Das sensible Dentin, Aetiologie und Therapie.

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

z u r E r l a n g u n g d e r D o k t o r w ü r d e

der Hohen Medizinischen Fakultät
der Ruprecht-Karls-Universität
z u H e i d e l b e r g

vorgelegt von
Artur B e c k e r , Zahnarzt
aus Bad Dürkheim.

1 9 3 3

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität Heidelberg.

Dekan: Prof. Dr. Brömser

Referent: Prof. Dr. Weissenfels

1933

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0146

Der Zahn ist normalerweise von dem Schmelz bedeckt, der das lebenswichtige Organ in seinem Innern, die Pulpa, schützt. Doch kommt es nur allzu häufig vor, daß diese äußere schützende Hülle teilweise verloren geht, entweder durch reine physiologische Vorgänge, wie Abkauung im Laufe der Gebrauchsperiode, oder durch pathologisches Geschehen, in Form der Karies. Würde nun aus oben genannten Gründen das darunterliegende, bedeutend weichere Zahnbeingewebe frei zu liegen kommen,dann gingen die meisten Zähne, die heute mit Leichtigkeit erhalten werden, einem allzu raschen Verfall entgegen, ohne daß der Patient in der Überzahl der Fälle überhaupt eine Ahnung einer beginnenden Erkrankung hätte, wenn nicht die bekannten Anzeichen der Sensibilität oder der Hyperästhesie auftreten würden.

Bohrt man die Schmelzkappe eines Zahnes durch und untersucht das darunterliegende Dentin, so findet man die normale Empfindlichkeit desselben. Überläßt man aber dieses normal empfindliche Dentin einige Tage der Mundflüssigkeit, so zeigt es eine außergewöhnliche Empfindlichkeit. Es muß hier eine Veränderung der Oberfläche des Dentins vor sich gegangen sein; denn die tieferliegende Schicht zeigt wieder eine verminderte Empfindlichkeit, die gegen die Pulpa hin wieder zunimmt. Eine histologische Untersuchung der Pulpa ergibt keinen Anhaltspunkt für deren Veränderung. Wir bezeichnen diese gesteigerte Empfindlichkeit des Dentins als Überempfindlichkeit oder „Hyperästhesie" und das in diesen Zustand versetzte Dentin als „ S e n s i b l e s D e n t i n ".

Dieses tritt spontan, zumeist aber nach Einwirkung gewisser schädlicher Agentien auf (Scheff). Solche Agentien können sein: Hitze, Kälte, Säuren, süße oder gesalzene Speisen und Getränke, Mundflüssigkeit, ferner Einflüsse durch harte Gegenstände wie z.B. scheuernde Prothesenklammern etc. Alle diese Einflüsse sind nach den Begriffen der Physiologie ausgedrückt thermische, chemische, elektrische und mechanische Reize.

Handelt es sich nun um eine einmalige Einwirkung eines der oben genannten Reize auf soeben freigelegtes

normal empfindliches Dentin, so kann er von ziemlicher Stärke sein, ohne daß das Individuum eine stärkere Empfindung besitzt. Hält man den einwirkenden Reiz nicht fern, durch sofortiges Bedecken des lebenden Gewebes, so steigert sich durch Neueinwirkung und öftere Wiederholung desselben die Erregung und das normal empfindliche Dentin geht in kurzer Zeit in das „sensible Dentin" über (W a l k h o f f). Wie oben schon erwähnt tritt diese Hyperästhesie des Dentins in der Nähe der oberflächlichsten Schicht auf und ist bei der leisesten Berührung äußerst schmerzhaft. Zum Unterschied von den Pulpaerkrankungen tritt bei Berührung des „sensiblen Dentins" mit einem harten Gegenstand z.B. einer Sonde spontan ein heftiger Schmerz auf, der nach Beseitigung des Reizes eben so rasch wieder verschwindet, während er bei den Pulpaerkrankungen selbst nach Entfernung desselben noch längere Zeit andauert. Außerdem werden die Speicheldrüsen und die Mundschleimhaut zu stärkerer Sekretion angeregt, die mit dem Verschwinden des Reizes in den normalen Zustand wieder zurückkehrt (S c h e f f). Diese sich rasch einstellende Speichelabsonderung kann nach S c h e f f, für gewisse Fälle der Dentinhyperästhesie als Folge nervöser Störungen aufgefaßt werden und geschieht im Wege des N.sympathicus.

Auf die Frage wie und wo nun die Hyperästhesie entsteht, gibt uns W a l k h o f f in seinem Buch „Die Überempfindlichkeit des Zahnbeins" folgende Zusammenstellung:

1.) Durch Absplitterung des Schmelzes infolge grosser mechanischer Gewalt (Schlag,Stoß usw.) an jeder beliebigen Stelle des Zahnes.

2.) Durch Abnützung der Schneiden und Kauflächen infolge des Kauaktes, besonders bei älteren Leuten oder durch sehr harte Nahrungsmittel.

3.) Durch Abschleifen (Abrasion) der dünnen Schmelz- und Zementlage an den Zahnhälsen. Prädisponierend dafür ist die sehr häufig mangelhafte Verkalkung des Schmelzes an dieser Stelle, das Zurückweichen des Zahnfleisches bei älteren Individuen. Direkte Ursachen der Hyperästhesie sind dabei chemische die Schmerzrezeptoren reizende Substanzen, vor allem aus Kohlehydraten bestehende, in Gärung übergehende Nahrungsmittel, die sich in dem Winkel zwischen Zahnbein und Zahn anlagern. Ferner primäre Säuren aus Früchten usw., dann scharfe Zahnpulver, die die dünne Schmelz-

und Zementschicht abschleifen, chemisch wirkende Zahnpflegemittel, wie Pasten und Tinkturen, die durch ihre Salze und Säuren auf die Reizaufnahmeorgane in ihrer sich immer wiederholenden Anwendung reizen.

4.) Durch die Karies, als ständige Begleiterscheinung derselben.

Das sensible Dentin findet man nicht überall an den Zähnen vor. Es bevorzugt gewisse Stellen und zwar solche, bei denen der Schmelz- oder der dünne Zementüberzug fehlt, hauptsächlich Schmelzdentingrenze und Zahnhals. Lieblingssitze sind die Labialseiten der oberen und unteren Frontzähne und die Bukkalseite der Molaren. Ferner die sog. keilförmigen Defekte und die oberflächlichen Erosionen durch Scheuern der Klammern von Ersatzstücken.

Die Dentinhyperästhesie als Begleiterscheinung eines kariösen Prozesses tritt zunächst an mehr nach der Fläche sich ausbreitenden Stellen in Erscheinung, z.B. bei Bäckern, Konditoren, oder bei Leuten, die sich in mit Zucker- und Mehlstaub geschwängerter Luft bewegen, bei der sog. Bäckerkaries. Die foramina coeca der beiden ersten Molaren im Unterkiefer sind häufig bei leichter Berührung auf einen der obengenannten Reize äußerst empfindlich. Bei einer in die Tiefe fortschreitenden Karies findet man das sensible Dentin in deren Anfangsstadium, es verschwindet aber mit dem Tiefergreifen des zerstörenden Prozesses. Die dann noch auftretenden Schmerzen sind Pulpaschmerzen.

Die durch die Karies veränderten Schichten im Dentin sind von innen nach außen:
1.) getrübtes Dentin 2.) transparentes Dentin
3.) getrübtes Dentin 4.) entkalktes Dentin
5.) erweichtes Dentin.

Das transparente Dentin hält W a l k h o f f nicht für den Sitz der erhöhten Empfindlichkeit. Im Gegenteil, wo die Natur Zeit gefunden habe, es in genügender Menge zu erzeugen, werde die Empfindlichkeit herabgesetzt. Bei vorsichtigem Ausschneiden einer kariösen Höhle und bei genauer Prüfung, wo die größte Empfindlichkeit herrsche, findet Walkhoff die total erweichten Massen vollkommen empfindungslos. Erst bei einem stärkeren Druck auf das darunterliegende Gewebe sei bei Anwesenheit der toten Massen ein Schmerz zu erzeugen. Plötzlich komme eine sehr empfindliche Zone, deren Ausräumung heftige Schmerzen erzeugt. Nach deren Fortschaffung vermindere sich der Schmerz, um von neuem

in der Nähe der Pulpa einen verstärkten Schmerzanfall hervorzurufen. „Wiederholt habe ich mikroskopisch feststellen können" sagt Walkhoff, „daß diese große Empfindlichkeit in dem Stadium der Trübung des Zahnbeines statt hat," und weiter sagt er: „es ist somit klinisch nachgewiesen, daß die Zahnfasern auch mindestens in diesem zweiten Stadium der Karies durchaus erhalten und funktionstüchtig sind. Es sind hier Kalksalze dem Gewebe entzogen, welche früher von seiten der Zahnfasern angelagert waren. Darum stehe ich nicht an zu behaupten daß auch das Stadium der Trübung im kariösen Zahnbein ein vitaler Vorgang ist." Nach Walkhoff ist also die Dentinhyperästhesie lediglich eine Funktionsstörung einer innervierten Zelle, die durch einen von außen kommenden Reiz ausgelöst wird.

Da aber der Grad der Hyperästhesie bei den einzelnen Patienten periodischen Schwankungen unterliegt, müssen außer diesen lokalen Ursachen noch andere vorhanden sein, die mit der körperlichen und seelischen Beschaffenheit des Patienten in Beziehung stehen, d.h. konstitutionell bedingt sind. S a r m o f f behauptet, daß dafür auch der Umstand spreche, daß gewöhnlich intellektuell hochstehende und geistesarbeitende Individuen, wie Schriftsteller, Ärzte, Musiker, Maler, Schauspieler, Offiziere usw. an Überempfindlichkeit des Dentins leiden. Nach S c h e f f „können auch anderweitige physiologische und pathologische Zustände gewisser Organe des Körpers geeignet sein auf reflektorischem Weg im Dentin einen Zustand der Hyperästhesie hervorzurufen, an Stellen, wo man sonst normale Sensibilität findet. Sie ist stark ausgeprägt bei Schwangerschaft, Chlorose, Menstruationsanomalien, Uterinleiden, bei hysterischen Frauen, nervösen Männern, Reconvalescenten, bei in der Pubertät befindlichen Mädchen zumeist zwischen 12 und 15 Jahren, bei Männern und Frauen, die eine sitzende Beschäftigung haben. Außerdem bei solchen Individuen, deren Mundsekrete stark saure Reaktion zeigen und deren Speichel klebrig und fadenziehend ist, bei Frauen wieder, die rasch nacheinander Entbindungen überstanden haben und deren Genitalapparat nicht intakt geblieben ist, bei chronischen Krankheiten, namentlich bei denen des Nervensystems."

Das sensible Dentin reagiert auf Einwirkung der bereits genannten Reize mit Schmerz. Schmerz ist physiologisch eine übermaximale Erregung der gewöhnlichen

zentripetalen sensiblen Nervenendigungen der einzelnen Körperteile (T i g e r s t e d t). Die Erregung der Nervenausläufer wird durch bestimmte Reize auf der zentrifugalen Nervenbahn ins Gehirn weitergeleitet und dort in die eigentliche Schmerzempfindung umgesetzt. Die Stärke der Schmerzen ist nach M a n g o l d in hohem Grade von psychischen Momenten abhängig und umso größer, je mehr sich der Träger derselben ihnen hingibt. Ablenkung und Willenskraft wirken mildernd auf solche Unlustgefühle. Der Philosoph Kant soll sich durch Konzentration seiner Gedanken auf ein bestimmtes Thema von den ihn quälenden gichtigen Schmerzen selbst frei gemacht haben. „Daher treten auch nachts, wenn die den ganzen Tag über in steter Abwechselung wirkenden Eindrücke aufhören das Bewußtsein zu beschäftigen, die Schmerzen umso deutlicher hervor." (M a n g o l d) Andere Momente sind auch noch von ausschlaggebender Bedeutung wie Art und Stärke der Reize, Eigenart des betroffenen Gewebes, Lebensalter, Geschlecht, Allgemeinbefinden, Erziehung, Charakter, Intelligenz und Nationalität.

Auf die Frage, was nun die den Schmerz erzeugende Erregung ist und worin dieselbe besteht beim sensiblen Dentin, sagt S a r m o f f :„Als Erregung bezeichnen wir eine Steigerung einzelner oder aller Lebensvorgänge eines Gewebes, infolge von Reizeinwirkungen. Auch die Veränderung, die bei der Hyperästhesie im Dentin vor sich geht, ist als Erregungsvorgang aufzufassen. Es handelt sich also hier um einen Reizzustand, um eine Steigerung der dissimilatorischen Vorgänge der Energieproduktion von seiten des weichen Zahnbeingewebes bzw. der Pulpa."

Empfangsstation für die nun auf das Dentin auftreffenden und die Erscheinung der Hyperästhesie hervorrufenden Reize ist nicht das Dentin selbst, sondern ohne Zweifel die Pulpa. Das Dentin ist nur Träger der reizaufnehmenden und weiterleitenden Organe. Welcher Art nun diese Organe sind, darüber herrschen verschiedene Meinungen. Es entstanden zwei verschiedene Theorien, nach denen sich die Autoren in zwei Gruppen spalteten.

Die eine Gruppe, deren Vertreter W a l k h o f f, K ö l l i k e r, B l a c k, T o m e s, H u b e r, P r i n z, G y s i und H o p e w e l l - S m i t h sind behaupten, daß nach der dentinoblastischen Hypothese von M a g i t o t, die Odontoblastenfortsätze die Reize aufnehmen und sie weiterleiten an die Odonto-

blastenzellen, die ihrerseits in der Pulpa mit Nervenfaserendigungen in Verbindung stehen sollen. Sie lehnen eine Innervation des Dentins vollkommen ab.

Die zweite Gruppe, gebildet von Boll, Morgenstern, Römer, Howard-Mummery, Fritsch, Dependorf, Türkheim, Münch, Dieck und Tojoda vertreten die intradentäre Theorie und sagen, daß die Reize durch Nervenfasern aufgenommen werden, die nicht nur bis an die Odontoblasten gehen, sondern in das Dentin eintreten und erst in der Nähe des Schmelzes bzw. des Zementes endigen und daß durch andauernde Reizeinwirkung auf dieselben die Hyperästhesie entsteht.

Ein kurzer Literaturüberblick mag uns ein Bild davon geben, wie lange man schon nach Nerven sucht, um zu einer Lösung dieser Frage zu kommen und mit welchen Schwierigkeiten es verbunden ist, solche zu finden.

Schon im Jahre 1868 versuchte Boll durch Färbung histologischer Präparate mittels schwacher Chromsäure Nerven aufzufinden und gibt an, zahlreiche mit Mark versehene Nervenfasern gesehen zu haben, die in marklose Fasern übergehen. Er konnte auch ihren Verlauf zwischen den Odontoblasten verfolgen und nahm an, daß sie in die Zahnbeinröhrchen eintreten, ohne daß es ihm jedoch möglich war, dieselben darzustellen. Seine Ergebnisse wurden von den damaligen Forschern mit Vorsicht aufgenommen und gegen Ende des 19.Jahrh. von Weil bekämpft mit der Begründung, daß es sich nicht um Nervenfasern handle, da er einen Durchtritt durch die Membrana eboris, die sog. Weil'sche Schicht, an den gut gelungenen Präparaten nicht beobachten könne.

Bessere Resultate hat Retzius erzielt im Jahre 1892, der seine Untersuchungen an Zähnen anstellte, die nach der Golgimethode gefärbt waren. Er beobachtete Nerven, aus der Pulpa kommend, durch die Odontoblastenschicht hindurchtreten bis in das Dentin und konnte sie bis an deren Ende färberisch darstellen.

Ähnliche Befunde wie Retzius wußte später (1895) auch Röse zu verzeichnen an Kaninchenzähnen. Ein Jahr später, im Jahre 1896 gab Morgenstern seine Untersuchungsergebnisse bekannt. Sie lauten: „Das Zahnbein ist in allen seinen Teilen innerviert. Die Nerven des Zahnbeines verlaufen teilweise in den Dentinkanälchen (intratubuläre Fasern), teilweise in

der Zahnbeingrundsubstanz außerhalb der ersteren (intertubuläre Fasern)". Er verfolgte die Endigungen der Nervenfasern bis in die Schmelzdentingrenze, ja sogar bis in den Schmelz. Seine Anschauungen wurden von R ö s e, W a l k h o f f und R ö m e r heftig angegriffen und die Behauptung aufgestellt, daß M o r g e n s t e r n noch andere Fasern mitgefärbt hätte, die sich mit der Silbermethode auch elektiv färben lassen.

1898 untersuchte H u b e r mit Hilfe der Methylenblaumethode Zähne verschiedener Säugetiere und fand an seinen Präparaten „hinter den Odontoblasten keine Spur von Nervenfasern, was doch zu erwarten wäre, wenn die Nervenfasern in das Dentin hineinragten". Auch er ist der Meinung, daß äußerst feine Bindegewebsfibrillen und Ausläufer der Pulpazellen und Odontoblasten von den Forschern irrtümlicherweise für Nervenfibrillen gehalten werden. Er wendet sich auch gegen die frühere Anschauung von H o p e w e l l - S m i t h, daß die Weil'sche Schicht eine Schicht markloser Nervenfasern sei. Nach ihm endigen die Nervenfibrillen in feinen Kernen nahe dem oberen Ende der Odontoblasten.

Im gleichen Jahre veröffentlichte R ö m e r seine Untersuchungen und glaubt, an seinen mit der vitalen Methylenblaumethode gefärbten Zähnen, feine Nervenfasern entdeckt zu haben, die aber nur vereinzelt in die Zahnbeinröhrchen eintreten, während ihres Verlaufes aber im Innern der nur 1 µ dicken Zahnbeinröhrchen nicht erkennbar sind und erst wieder teilweise sichtbar werden in den kolben- und spindelförmigen Erweiterungen der Zahnbeinröhrchen in der untersten Schmelzpartie. Dort fänden sich kleine rundliche und ovale Körperchen vor, die seiner Ansicht nach als Endkörperchen der sensiblen Nerven angesprochen werden können.

Römer hält im Jahre 1909 diese Befunde für zweifelhaft mit der Behauptung, daß man sich an Präparaten, die mit der Methylenblaumethode gefärbt sind, leicht Täuschungen hingeben kann. Theoretisch hält er sie nicht für zweifelhaft, nur fehle noch der histologische Nachweis.

Im Jahre 1902 veröffentlichte R y g g e seine Untersuchungen an Kaninchen- und Menschenzähnen, die er mit der vitalen Methylenblaumethode färbte und zur besseren Darstellung der markhaltigen Nervenfasern Osmiumsäure verwendete. Er bestätigt einen Teil der Resultate Morgensterns durch Unterscheidung zweier verschiedener Systeme von Nervenfasern in der Pulpa:

„ein zentrales und ein unter der Odontoblastenschicht, mit dieser parallel gehendes parietales Fasersystem. Letztere sind nach seiner Ansicht markhaltig. Vorsichtig drückt er sich jedoch über den weiteren eventuellen Verlauf von Nervenfasern ins Dentin aus. Er hält es nicht für wahrscheinlich, daß Nerven aus der Pulpa in das Dentin ziehen. Sie verlaufen nach ihm durch die Odontoblastenschicht hindurch tangential an der Oberfläche derselben.

Zu gleicher Zeit haben Mummery, Fritsch und Dependorf auf diesem Gebiet gearbeitet. 1912 gab Mummery seine Ergebnisse bekannt, von Präparaten, die er mit dem Beckwithschen Chlorgoldverfahren behandelte. Er zeigt, daß die Nervenbündel sich pinselförmig in Nervenfibrillen aufteilen und schließlich nach teilweisem seitlichen Ausbiegen in die Zahnbeinröhrchen eintreten. Dependorf und Fritsch konnten auch an ihren, nach der Methode von Löwitz-Bielschowsky und Held gefärbten Zähnen Nerven im Zahnbein verfolgen. Sie stellten fest, daß die Nerven, aus der Tiefe der Pulpa kommend, durch die Weilsche Schicht hindurchtreten in die Odontoblastenschicht. In der Hauptsache sind es marklose und nur vereinzelt markhaltige Nervenfasern. Einige der Fasern endigen in Spitzen oder besonderen Endapparaten innerhalb der Odontoblastenschicht. „Nach der kräftigen Ausbildung einzelner durchtretender Nervenfasern zu urteilen," sagt Dependorf, „muß ein weiterer Verlauf derselben im Dentin angenommen werden." Dependorf gelang es tatsächlich, einen doppelten Verlauf von marklosen Nervenfasern in das Dentin zu verfolgen. Einmal treten solche an die Tomesschen Fasern heran und begleiten sie innerhalb des Dentinröhrchens, bisweilen rankenförmig sie umfassend. Sie finden ihr Ende in leicht kolbigen Verdickungen unmittelbar in der Nähe der Zement- und Schmelzschicht. Eine zweite Art von Fasern tritt unabhängig von dem Verlauf der Tomesschen Fasern in die Dentingrundsubstanz zwischen den Dentinröhrchen ein. Sie verlaufen in großen Netzen, die sich verzweigen und miteinander anastomosieren. „Sie verlaufen demnach selbständig im Dentin.- Von solchen Nervenfasern zweigen sich welche ab, die sowohl in gleicher Ebene wie auch parallel zu den Dentinkanälchen verlaufen. Es sind also auch im Dentin tangentiale Netze von Nervenfasern anzunehmen, welche durch radiäre Nervenfasern verbunden werden. An der

Dentinzement- und Dentinschmelzgrenze scheinen diese Fasern in feinen plexusartigen Verbindungen zu endigen." (D e p e n d o r f)

Nach der Ansicht F r i t s c h 's, der Nervenfasern nur im Bereich der dentinogenen Substanz und nicht wie Dependorf auch in der stark verkalkten Dentinsubstanz nachweisen konnte, tritt die erstere Art der marklosen Nervenfasern in präformierte Räume, sog. Lymphräume ein, die sich zwischen der Tomesschen Faser und der Wand des Dentinkanälchens befinden. Der verschiedenartige Verlauf der Nervenfasern im Dentin läßt Dependorf vermuten, daß die Bedeutung derselben ebenfalls eine verschiedene ist, daß die eine Faser der Empfindung, die andere dagegen der Ernährung und dem Stoffwechsel dient.

M u m m e r y will feine Nervenfasern sogar bis in ihre subtilsten Verzweigungen der Ausläufer der Dentinröhrchen verfolgt haben. Seine Anschauung wurde von Dependorf bestritten.

Die gleiche Auffassung wie Dependorf, Fritsch und Mummery hat auch A d r i o n , der seine Untersuchungspräparate nach der modifizierten Cajalschen Färbemethode gefärbt hatte. Er sagt: „Diese Gebilde, die unabhängig von den Dentinkanälchen und ohne in Verbindung mit dem Odontoblastenfortsatz zu stehen, in der Dentingrundsubstanz vollkommen selbständig liegen, sind feine Nervenfasern, die unter sich, besonders in der Nähe der Schmelzdentingrenze, plexusartig miteinander in Verbindung stehen."

T ü r k h e i m stützt die Anschauung Fritschs und Dependorfs und erklärt die Sensibilität des Zahnbeins durch Vermittlung nervöser Elemente. Er erklärt: „Das Dentin ist vollkommen durchsetzt mit Röhrchen; R ö m e r zählte etwa 15-30 000 auf 1 qmm. In diesen Dentinkanälchen finden sich die Odontoblastenfortsätze und außerdem sind wir zu der Annahme berechtigt, daß gleichzeitig auch begleitende Neurofibrillen in den Röhrchen verlaufen."

In der Veröffentlichung von M ü n c h im Jahre 1927 über die Untersuchung der Innervierung der menschlichen Zahnpulpa und des Dentins berichtet derselbe, daß es ihm nach einer neuen Methode gelungen sei, die Angaben der früheren Forscher zu bestätigen, die Nerven im Dentin nachgewiesen haben. Münch meint, daß die Befunde mit Ausnahme der neuesten alles Zufallsresultate seien, die übrigens noch lange nicht mit absolu-

ter Sicherheit als das angesehen werden dürfen, was man gerne finden wollte und dann auch diagnostizierte. „Der Nachweis von Nerven im Dentin ist äußerst schwierig und wir dürfen nicht verhehlen, daß die histologischen Befunde in dieser Hinsicht mit äußerster Vorsicht zu bewerten sind, da wir keine spezifischen Färbemethoden kennen, auch die Imprägnationsmethode mit Gold und Silber ist in der bisherigen Anwendungsweise unzuverlässig und nicht einwandfrei." (M ü n c h)
Um nun dem konstanten Vorwurf der Gegner der Innervierungslehre, daß die von den Autoren gefundenen Nerven ebenso gut Bindegewebsfasern, v.Korffsche Fasern, v.Ebnersche Fibrillen usw. sein können, zu entgehen, hat Münch versucht, die Bindegewebsfärbung vollständig auszuschalten, durch Einschaltung einer sog. künstlichen Verdauung, bestehend aus Pepsin, einem Enzym des Magensaftes. Dieses Pepsin, das in saurer Lösung seine Wirkung entfaltet, ruft an nativen und geronnenen Eiweißkörpern eine Quellung hervor und löst sie schließlich auf. Es gelingt damit, die nervösen Gewebselemente zu isolieren, weil Neurokeratin und Achsenzylinder der Verdauung widerstehen.

Münch berichtet darüber: „Durch die Methode der Schnittverdauung und nachfolgender Silberimprägnation ist es mir gelungen, sowohl Nervenstämme der Pulpa deutlich von dem übrigen Pulpengewebe unterscheiden zu können, als auch den unterhalb der Odontoblasten gelegenen Raschkowschen Plexus darzustellen. Streckenweise ließen sich in den Dentinkanälchen diese Nervenfasern weiter verfolgen. Ganz besonders konnte ich aber an einem Präparat nahe der Schmelzdentingrenze die feinsten Endverzweigungen nachweisen, und zwar ziehen hier unendlich feine Fäserchen, in den Kanälchen teils geschlängelt, teils an der Wand des Röhrchens laufend und geben feine Abzweigungen im rechten Winkel ab, welche manchmal, über mehrere Kanälchen hinwegziehend, verfolgt werden können. Ich konnte an einzelnen geeigneten Stellen sehen, daß quer durch den Kanal hindurch eine unendlich feine Faser zieht, die an den Seitenwänden des Kanälchens ihr Ende findet und den Eindruck macht, als würde sie in vivo den Protoplasmafortsatz ringförmig umgeben. Sowohl diese feinen, in den Dentinkanälchen in der Gegend der Schmelzdentingrenze verlaufenden Fäserchen, als noch viel weniger die eben beschriebenen Querfasern,können infolge ihrer Zartheit, als auch in ihrem typischen

Verlauf nach unmöglich mit Protoplasmafortsätzen verwechselt werden. Sie sind bei der mikroskopischen Betrachtung nur mit der Ölimmersion gut zu erkennen und ihr Anblick wirkt überzeugend."

Eine neue Sicherstellung der Angaben Dependorfs erfolgte durch die Untersuchung des Japaners T o j o d a . Tojoda behandelte seine Präparate mit der Elektrosmose, wodurch sämtliche Spuren zurückgebliebener Säurereste und Kalksalze, die an den Kapillarwänden als Benetzungsschicht adsorbiert waren, entfernt werden konnten und die Nerven mit außergewöhnlicher Deutlichkeit hervortraten, ohne durch Farbstoffniederschläge verdeckt zu sein. Die Elektrosmose besteht darin, daß das Präparat in den elektrischen Strom eingeschaltet wird, wodurch eine Aufhellung desselben eintritt, die an der Kathodenseite beginnt und bis zur Schneeweiße fortschreitet. Die Zeit der Behandlung ist abhängig von der Größe des Präparates; die Behandlung erfolgt in destilliertem Wasser. Die Fixierung und Entkalkung des Präparates geschieht in 10 %iger Ameisensäure mit Formalinzusatz. Für die Färbung desselben kommen die Methoden nach Bielschowsky, Ramon y Cajal, Loewit, O.Schultz, Kreibich in Betracht.

Tojoda hat ermittelt, daß die Nervenfasern, aus der Pulpa kommend, nach Verlust ihres Markmantels zwischen die Odontoblastenschicht hindurch in das verkalkte Dentin eintreten. Einige lehnen sich an die Tomesschen Fasern an, um mit diesen zu verlaufen, andere verbleiben in der Dentingrundsubstanz. In ihrem Verlauf zeigen sie Sprossen und Ranken und enden bisweilen in runden oder ovalen Verdickungen, entweder als gewöhnliche große Gerinnungsknoten, oder als besondere Endkolben.

Mit diesen Feststellungen des tatsächlichen Vorhandenseins von Nerven im Zahnbein dürfte die seit Jahrzehnten bestehende Streitfrage endgültig gelöst sein.

Die Autoren, die das Vorhandensein von Nerven im Dentin leugnen, verlangen eine einwandfreie Methode zu deren Darstellung. Erst dann könne man auf Grund anatomischer Tatsachen behaupten, daß Nervenfasern durch das verkalkte Dentin bis in die Schmelzdentingrenze ziehen, um dadurch die normale Empfindlichkeit und die Hyperästhesie des Dentins zu erklären. Sie behaupten, daß immer noch irgendwelche Bindegewebsfasern mitgefärbt werden. W a l k h o f f

sagt, daß alle bisherigen Befunde keine Nerven seien, sondern Bindegewebsfasern wie z.B. v.Korffsche Fasern und v.Ebnersche Fibrillen. Die Imprägnationsmethode mit Gold und Silber habe nämlich den Nachteil, daß man damit keine spezifische Färbung von Nervenfasern erzielen könne. Er stützt sich dabei auf die Aussagen Schmorls über die Bielschowsky-Maresch-Methode, mit der fast alle Autoren, die Nerven im Zahnbein entdeckten, ihre Präparate behandelten. Sie lauten: „Sehr gut lassen sich nach Maresch die feinsten Bindegewebsfibrillen mittels der von Bielschowsky zur Darstellung der Neurofibrillen angegebenen Methode zur Anschauung bringen." Obengenannte Bindegewebsfasern würden sich damit häufig besser darstellen lassen. Beim Vorhandensein von Fibrillen im Zahnbein könne man noch nicht genau unterscheiden, ob man Bindegewebsfasern oder marklose Nervenfasern vor sich habe. Walkhoff selbst glaubte 1895 in den feinsten Fasern, die aus der Pulpa kommen und zwischen den Odontoblasten hindurch in das Dentin eintreten, die schon lange gesuchten Nerven gefunden zu haben. Auf eine Arbeit H o e h l 's hin berichtete Walkhoff damals, daß er sich einer Täuschung hingegeben und unverkalkte Bindegewebsfasern dargestellt habe. Er sagte: „Mit der Bielschowskyschen Färbung konnte man nun aber auch spezifische Nervenfasern und zwar in prägnanter Form darstellen und so war es bald in das Belieben jedes Untersuchers gestellt, eine imprägnante Faser etwa als Nerven oder als kollagene Bindegewebsfaser zu erklären, wenn er sie nicht unmittelbar aus einem unzweifelhaften Nerven entspringen sieht." Walkhoff gibt zu, daß nur vereinzelte Neurofibrillen in die Odontoblastenschicht eintreten und dort endigen. Nach seinen Beobachtungen treten durch die Odontoblastenzone keine Nerven hindurch. Demnach können sie auch nicht in das Dentin eintreten.

D e p e n d o r f stellte aber eine sehr kräftige Entwicklung der einzelnen marklosen Nervenfasern in der Odontoblastenschicht fest, die in ihm den sicheren Eindruck erweckten, daß sie hier ihr Ende noch nicht erreicht haben könnten. Kleine Verdickungen könne man noch nicht als Nervenendigung auffassen. Die Nervenfasern zeigen in ihrem Verlauf so viele Varicositäten, daß eine letzte Verdickung noch lange keinen Beweis für ihre Endigung sei. Der Nerv könne sich in irgend einer anderen Ebene fortsetzen.

Walkhoff konnte wohl feststellen, daß parallel

der Pulpa-Dentingrenze fertiger menschlicher Zähne zahlreiche Nervenfasern verlaufen, aber nur verhältnismäßig wenige derselben, sich von dieser parallelen Nervenlage aufrichten und gegen die erstere ziehen. Keinesfalls aber ziehe zu jedem Dentinkanälchen eine unzweifelhafte Nervenfaser. „Oft sieht man sogar zwischen Dutzenden von Odontoblasten keine aufsteigende wahre Nervenfaser, deren Zahl also schon viel beschränkter ist als etwa die sog. v.Korffschen Fasern." Walkohoff meint, daß F r i t s c h in seinen Präparaten auch nichts anderes als vereinzelte nicht verkalkte v.Korffsche Fasern dargestellt habe, die er selbst 1895 als Nervenfasern demonstrierte. Er gibt auch die Möglichkeit des Einschlusses einzelner Nervenfasern ins Zahnbein bei der Zahnentwicklung zu, lehnt aber im übrigen eine wahre Innervierung desselben ab.

D e p e n d o r f , F r i t s c h und M u m m e r y entdeckten ihre Nerven an jenen Stellen, an denen die oben genannten Bindegewebsfasern vorhanden sind und zwar an der Pulpadentingrenze und im verkalkten Dentin. Tatsächlich sind dort solche Fasern besonders in jugendlichen Zähnen noch häufig vorhanden und können im späteren Alter, wenn sie verkalkt sind, nachgewiesen werden. M ü n c h sagt: „v.Korffsche Fasern treten auch vielfach bei Reizdentinbildung erneut auf und können mittels der Versilberungsmethode dargestellt werden. Ihr Verlauf ist dann ganz ähnlich wie man sich die Lagerung der von der Pulpa ins Dentin ziehenden Nerven vorstellen würde. Daß infolgedessen Zweifel, in Bezug auf die Richtigkeit der objektiven Beobachtung von seiten der Vertreter der Nerventheorie, bei den Gegnern dieser Richtung eintreten können, ist nur allzu verständlich." Doch sind Form und Lage der v.Korffschen Fasern so charakteristisch, daß selten eine Verwechselung mit anderen Strukturelementen stattfinden kann. Der korkzieherartige Verlauf und die fächerartige Auffaserung an der Pulpadentingrenze erleichtert ihre Feststellung.

Außerdem betont W a l k h o f f , daß er an der Schmelzdentingrenze an durchgebrochenen Zähnen noch niemals Nervenfasern gefunden habe. Auf Grund seiner Befunde behauptet er, daß die normale Sensibilität des Zahnbeins und die Hyperästhesie niemals nervös bedingt sein kann. Der Odontoblastenfortsatz besorge die Reizaufnah-

me und die Reizleitung. Die Hyperästhesie sei die Folge einer durch Reize gesteigerten Zelltätigkeit der Odontoblasten und ihrer Fortsätze. Walkhoff sagt: „Es genügt zu deren Erklärung, die wirklich vorhandene Innervierung von Gruppen von Odontoblasten, die den Reiz, den letztere durch ihre Fortsätze empfangen, an verhältnismäßig wenige in ihrer unmittelbaren Umgebung befindliche Nerven abgeben können, genau so wie die Reaktion bei den Muskelzellen durch vereinzelte Nervenendigungen ausgelöst wird." Es spreche aber auch noch eine weitere anatomische Tatsache stark gegen das Eintreten von Nervenfasern in die verkalkte Zwischensubstanz des Dentins, nämlich das Fehlen von Blutgefäßen in derselben. Nerven und Blutgefäße seien besonders in menschlichen Zähnen in ihrem Verlaufe so eng miteinander verbunden, und niemals würde man das eine ohne das andere finden. Kapillaren fänden sich nur vereinzelt zwischen den Odontoblasten, im übrigen unter denselben. „Es wäre also kaum wahrscheinlich, daß Nerven allein, zumal in größerer Zahl, wie es zur Erklärung der Hyperästhesie nötig wäre, in das Zahnbein eintreten, ohne daß Kapillaren in seinem ersten Stadium der Entwicklung mit in dasselbe hineingezogen würden." (Walkhoff) Er glaubt mit Recht schließen zu können, daß die Sensibilität des Zahnbeins, soweit sie überhaupt als selbständiger Vorgang aufgefaßt werden kann, in der Innervation der Randzone der Zahnpulpa zu suchen ist, deren Zellen ja bekanntlich durch den Pulpafortsatz der Odontoblasten im engsten Zusammenhange mit den Nerven stehen. H e r t z , W a l d e y e r , M a g i t o t u.a. sind derselben Ansicht. Die Hyperästhesie lasse sich auch entschieden viel eher aus der ganz offenbaren außerordentlichen Verteilung des Protoplasmas der Odontoblastenfortsätze und besonders an der Oberfläche des Zahnbeins herleiten. Da es direkt unter dem Einfluß von Nerven stehe, macht es W a l k h o f f für die Empfindung äußerer Reize im Dentin verantwortlich.

Die Anhänger der Reizleitungstheorie weisen darauf hin, daß an der Schmelzdentingrenze die größte Empfindlichkeit herrscht und daß gerade hier die Verästelung der Odontoblastenfortsätze eine große ist, das Protoplasma die größte Verteilung aufzuweisen hat. Sie behaupten, daß beim Arbeiten mit unseren Instrumenten durch die eben genannte gewaltige Ausbreitung des Protoplasmas an diesen Stellen eine größere Menge der

lebenden Substanz durch die vielen kleinen Verästelungen des Protoplasmas getroffen wird und infolgedessen stärkere Schmerzen hervorgerufen werden als im tiefer liegenden Dentin, wo eine geringere Verzweigung der Odontoblastenfortsätze vorhanden ist.

Neuerdings hat Wilhelm M e y e r eine Auszählung der Odontoblastenfortsätze unternommen, um festzustellen, ob durch die Verästelung derselben wirklich ein Mehrfaches an Querschnitten entstünde. Er stellte an ein und demselben Zahn histologische Querschnitte her und zwar an der Schmelzdentingrenze, an der Grenze zwischen mittlerem und äußerem Drittel und an der Pulpa und hat sie bei der gleichen Vergrößerung untersucht. Die Ergebnisse waren, daß dem radiären Verlauf der Dentinkanälchen entsprechend, die Zahl der Querschnitte in der Nähe der Pulpa größer war als im mittleren Dentin und diese wieder größer als an der Schmelzdentingrenze. H ü b n e r schreibt: „Wir müssen also nach W. M e y e r unsere bisherigen Ansichten revidieren und können als Erklärung für die abnorme Schmerzhaftigkeit an der Schmelzdentingrenze nur feinste Nervenendapparate vermuten."

Walkhoff sagt: „Es ist nicht einzusehen, warum die Nerven in den tieferen Lagen, wo sie doch stärker durch Vereinigung ihrer Verzweigungen sein müßten, weniger schmerzen würden, wenn sie hier durch unsere Instrumente mechanisch mehr gereizt werden." Dem ist entgegenzuhalten, daß man für Endigungen von Nervenfasern eine besonders starke Empfindlichkeit annehmen darf. Außerdem gibt es noch andere Punkte von außerordentlicher Schmerzempfindlichkeit wie die Tomessche Körnerschicht und das Interglobulardentin. Können wir hier nicht auch annehmen, daß Nervenendigungen vorhanden sind ?

Selbst wenn die Annahme stimmt, daß die größte Schmerzempfindung nur an der Schmelzdentingrenze ausgelöst wird" sagt M ü n c h „so spricht das noch lange nicht gegen das Vorhandensein von Nerven als Leiter dieser Empfindung... Um der Lehre von der Protoplasmatheorie ein festes Fundament zu geben, müßten zum mindesten die Odontoblasten selbst direkt innerviert sein. Das ist jedoch keineswegs der Fall. Niemand hat noch eine direkte Verbindung zwischen Nervenfasern und Odontoblasten gesehen. Dagegen kann man Nervenendigungen zwischen den Odontoblasten hindurch ins Zahnbein ziehend betrachten (Dependorf, Fritsch,

Mummery), wenn man auch bisher nicht in der Lage war, in den peripher gelegenen Teilen des Dentins oder an der Schmelzdentingrenze solche nachzuweisen."

Walkhoff führt noch die Beobachtung P r i n z 's an, daß die Anwendung von Nervenberuhigungsmitteln, sog. Sedativa, nicht die geringste Linderung der Schmerzen in einer Kavität hervorruft; denn solche Medikamente müßten von gutem Einfluß sein, wenn tatsächlich Nerven im Dentin vorhanden wären.

Walkhoff sucht seine Theorie durch die Auffassung Prinz's über die Fortleitung der Empfindlichkeit durch das Protoplasma der Dentinfortsätze zu stützen. Nach Prinz erfährt der kolloidale Inhalt der Dentinkanälchen durch längeres Ausgesetztsein der Mundflüssigkeit eine Veränderung der Oberflächenspannung durch Absorptions- und Diffusionsvorgänge. Diese Veränderung äußert sich in einer Ausdehnung des Protoplasmas und zwar als Druck auf die darunterliegenden Odontoblasten. Das Protoplasma in den Dentinkanälchen kann nicht zusammengedrückt werden wegen der Unelastizität des Wassers, es repräsentiert also eine starre Säule, welche Druck in Form von Bewegung unvermindernd nach allen Richtungen überträgt. „Jeder weitere Druck" sagt Prinz „der auf die stark ausgedehnten Oberflächen ausgeübt wird, wird sofort auf die Nervenfasern auf der Pulpaoberfläche übergeleitet, auf den Bollschen Plexus, d.h. auf den anatomischen Ort der Empfindung". Druck und Hitze beim Bohren erzeugen ebenfalls eine Ausdehnung des Protoplasmas und somit einen Druck auf die Odontoblastenzellen.

Walkhoff zieht zum Vergleich die Vorgänge im Protoplasma bei den einzelligen Amöben heran. Das lebende Dentin reagiert genau auf dieselben Reize wie eine einzellige Amöbe, die überhaupt keine Nerven besitzt. Auch die Amöbe empfindet diese Reize und bringt das auch durch Einziehung ihrer Pseudopodien und durch Annahme einer Kugelgestalt zum Ausdruck, womit noch häufig eine Kontraktion der Gesamtmasse verbunden ist. Nach V e r w o r n rufen stärkere Reize einen Zerfall der Pseudopodien zu Klümpchen hervor, sodaß sie wie eine Perlschnur aneinandergereiht liegen. „In gleicher Weise wirken auch chemische und thermische Reize bei den einzelligen Organismen und dem analog können wir bei den Odontoblasten mit ihren Dentinfortsätzen die gleiche Reizleitung und -wirkung auf den

in engster Berührung mit Nerven stehenden Zellkörper annehmen. Da der Dentinfortsatz infolge seiner außerordentlichen Verzweigungen zuerst von dem Reiz getroffen wird und sein Protoplasma sich nicht infolge seiner Einlagerung in die Zwischensubstanz des Zahnbeins in der Richtung auf seinen Zellkörper wie eine Amöbe zurückziehen kann, so wird es verständlich, warum selbst geringe Reize, welche den Dentinfortsatz treffen, schmerzhaft sind." (Walkhoff) Außerdem würde ja auch der Zellkörper mit den Pulpanerven in unmittelbarer Verbindung stehen, die die Empfindung der getroffenen Zellen aufnehmen und sie nach dem Gehirn weiterleiten.

Chemische Reize wirken nach Walkhoff auf das Protoplasma wie die mechanischen ebenfalls formverändernd und zwar durch Konzentrationsänderungen des Wassergehaltes des Dentinkanälchens, ausgelöst durch Diffusion oder Osmose. Die dadurch entstandene Expansion oder Kontraktion ruft eine Empfindung, bei stärkerer reizauslösender Einwirkung Schmerz hervor. Thermische Reize erzeugen ebenfalls und zwar direkt eine Expansion bzw. Kontraktion des Protoplasmas, die ihrerseits unmittelbar Reiz auslöst, der umso stärker ist, je mehr die Temperatur des Gewebes erhöht bzw. erniedrigt wird. „Die Tatsache, daß bei der normalen Sensibilität und Hyperästhesie des Zahnbeins gerade Kälte bedeutend oder fast ausschließlich zur Empfindung kommt, während Wärme innerhalb gleicher Temperaturunterschiede von der normalen Körperwärme aufwärts gerechnet entweder gar nicht oder doch nur sehr wenig empfunden wird,ist dadurch zu erklären, daß eine Kontraktion des Protoplasmas durch Kälte viel leichter stattfinden kann als eine Expansion durch Wärme. Letztere Zellenveränderung wird durch die Wände der Dentinkanäle weit mehr verhindert."(Walkhoff) Öftere Einwirkung all dieser Reize versetzen das Protoplasma durch die fortwährenden physikalischen Veränderungen in einen außergewöhnlichen Reizzustand, Hyperästhesie genannt.

Es taucht nun die Frage auf, ob diese Reizleitungstheorie in dem angenommenen Sinne Gültigkeit hat. Unter Reiz verstehen wir nach heutigen Begriffen jede Veränderung in den äußeren Lebensbedingungen (Münch). Solche Veränderungen können hervorgerufen werden durch mechanische, chemische, thermische und osmotische Faktoren, die einzeln oder gegenseitig in Verbindung stehend, auf das Zahnbein einwirken. Wird nun ein lebendes Gewebe z.B. in unserem Falle ein Protoplasmafort-

satz, von einem der obengenannten Reize getroffen, so kann man eine Reaktion beobachten, eine sog. Reizwirkung. Man muß dabei die beiden Begriffe Reiz und Schmerz auseinander halten; denn beide sind nicht identisch, können also nicht ohne weiteres für die Protoplasmafortsätze der Odontoblasten in Anspruch genommen werden. Schmerz kann doch nur durch direkte Reizung spezifischer Schmerznerven ausgelöst werden (von F r e y). Wenn nun die Anhänger der Reizleitungstheorie für ihre Erklärung ähnliche Erscheinungen wie man sie bei nervenlosen Lebewesen kennt, heranziehen wollen, so wird ihnen niemand abstreiten, daß nervenlose lebende Substanz nicht auf Reize reagiert, doch ist damit noch nicht bewiesen, daß die Reaktion als Schmerz empfunden wird.

Man hat festgestellt, daß die Reizleitung bei nervenlosen Lebewesen klein ist im Vergleich zu derjenigen der motorischen und sensiblen Nerven. V e r w o r n konnte bei einem solchen Lebewesen z.B. bei Diffluga, einem Rhizopoden, durch leichte Reizung eines seiner Pseudopodien mit einer spitzen Nadel die Erregungsgeschwindigkeit mit dem Auge verfolgen und beobachten, daß der Reizerfolg als Wellenbewegung stets von der Stärke des einwirkenden Reizes abhängig war. Die Grösse des Reizerfolges nahm stets mit der Entfernung von der Reizstelle her ab und erlosch nach Umständen vollständig. Verworn erwähnt noch, daß man bei manchen Rhizopoden mit fadenförmigen Pseudopodien z.B. bei Orbitolites eine ungemein geringe Erregungsleitung findet und daß selbst bei stärkster Reizung, z.B. bei Durchschneidung eines seiner Pseudopodien, die Erregung auf die allernächste Umgebung der Reizstelle beschränkt bleibt. Das Protoplasma ballt sich dann zu einem oder mehreren Kügelchen zusammen, die auf dem sich verkürzenden Pseudopodiumfaden in zentripetaler Richtung eine sehr weite Strecke hingleiten. Allmählich lösen sich diese Kügelchen wieder auf und lassen ihr Protoplasma in den zentralen Zellkörper hineinfließen. Verworn betrachtet ihre Fortbewegung nicht als einfach Fortleitung der Erregung, sondern als Ausdruck des Stofftransportes der gereizten Protoplasmamasse nach dem Zellkörper hin. Das Protoplasma der Umgebung der Kügelchen zeigt in einiger Entfernung keine Erregungserscheinungen mehr, sondern strömt sogar nach kurzer Zeit ruhig in zentrifugaler Richtung weiter vor. Man sagt, die Erregung leidet ein „Dekrement."

Walkhoff weist auf den Befund Verworns hin, daß mit der Intensität des Reizes auch die Empfindlichkeit steigt mit den Worten: „Wir vollführen beim Excavieren des Zahnbeins auch genau dieselbe Operation, wie bei der Durchschneidung des Pseudopodiums des Orbitolites, indem wir durch Excavator oder Fräse einen Teil des Odontoblastenfortsatzes und damit der Zelle entfernen. Je nach der Art der Ausführung reizen wir teils mechanisch, thermisch und zwar mehr oder weniger."

K i e f e r l e hebt noch einen Versuch Verworns hervor an Sinnespflanzen, wie die Venusfliegenfalle und Mimosa pudica und sagt, daß auch nichtinnervierte Substanzen recht wohl Reizleitungsvermögen besitzen und knüpft die Frage an, weshalb denn das Protoplasma der Odontoblasten nicht Träger der Empfindung sein kann.

Die Protoplasmatheorie im Zahnbein ist nach Münch mit den Untersuchungsergebnissen Verworns aus zwei Gründen nicht in Einklang zu bringen. Einmal ist die Empfindung und zwar die typische Schmerzempfindung bei der ausgesprochenen Dentinhyperästhesie häufig auch schon bei der gewöhnlichen Empfindung eine momentan ruckartige, durch den ganzen Körper gehende Bewegung von gewaltiger Erregungsgeschwindigkeit, gegenüber der langsamen, bisweilen überhaupt nicht leitenden lebenden Protoplasmasubstanz der Amöben. Die Erregung erleidet also hier kein Dekrement. Da aber die Erregung nur im Nerven unvermindert durch die ganze Länge fortgeleitet wird, d.h. kein Dekrement erfährt, so muß man hier schon eine Nervenleitung annehmen. Weiterhin kann man nicht behaupten, daß die Erregung bei nervenlosen Lebewesen Schmerz auslöst; denn dafür ist in der Physiologie kein Analogon vorhanden, viel weniger kann man es daher als Analogon für die angenommene Erregungsleitung der Tomesschen Fasern anwenden, zumal noch niemand eine direkte Innervierung des Odontoblastenkörpers beobachtet und nachgewiesen hat.

Die eigentliche Aufgabe der Odontoblastenfortsätze im Dentin ist die, den Stoffwechsel zu vermitteln im werdenden und fertigen Zahnbein, und hat zunächst mit der Reizleitung überhaupt nichts zu tun. Mummery sagt auch, daß die Odontoblasten nicht zwei Funktionen haben können und zwar die Eigenschaft einer kalkbildenden Zelle und einer Nervenzelle.

Zur Beweisführung, daß die Odontoblasten mit ihren Fortsätzen beide Funktionen in sich vereinigen können, führt Walkhoff die Transparenz und die Reiz-

dentinbildung an, die durch Störung des Stoffwechselgleichgewichts der Odontoblasten entstehen, ausgelöst durch einen der obengenannten Reize. Der Odontoblastenfortsatz produziert durch vermehrte Ausscheidung von Kalksalzen unmittelbar an der vom Reiz getroffenen Stelle transparentes Dentin, das in einer Verringerung des Kanaldurchmessers in Erscheinung tritt. Gleichzeitig nimmt aber auch der Odontoblastenkörper seine frühere Tätigkeit der Dentinbildung wieder auf und bildet unter der Einwirkung des Reizes Reizdentin. Walkhoff äußert darüber folgendes: „Die Störung des bisher normalen Stoffwechsels betrifft somit nicht nur den Dentinfortsatz, sondern ebenso gut auch den Zellkörper. Wir müssen deshalb bei der Beurteilung der Reizbarkeit der lebenden Substanz des Zahnbeines den Odontoblast und den Dentinfortsatz als einheitliches durchaus voneinander abhängiges Ganze auffassen und von diesem Standpunkt aus auch die beiden uns entgegentretenden Lebensäußerungen des Zahnbeins,nämlich sein Empfindungsvermögen und seine Stoffwechselveränderungen, auffassen." Er betrachtet die Hyperästhesie als eine rein lokale gelegentliche Folgeerscheinung vielfach wiederholter Reize auf das Zellprotoplasma, das sich nunmehr im höchsten Zustand der Erregung befindet. Die Zahnnerven dienen lediglich der Regulierung der vitalen Tätigkeit der Pulpa und zwar der Produktion des Zahnbeines und der Regulierung des Stoffwechsels im lebenden Protoplasma.

Die herabgesetzte Leistungsfähigkeit der Tomesschen Fasern durch die Kalksalzeinlagerung und die erhöhte Schmerzempfindlichkeit, nicht innerhalb der transparenten Zone, sondern in den darüberliegenden Schichten sprechen gegen die Irritationstheorie Walkhoffs. Außerdem ist nach den Untersuchungen Münchs und aller Autoren, die Nerven mit Bestimmtheit im Dentin nachgewiesen haben, die Auffassung Walkhoffs dahingehend zu erklären, daß die Nerven im Dentin primär alle Reize aufnehmen und erst sekundär das Protoplasma der Odontoblasten und ihrer Fortsätze zu erhöhter Tätigkeit anregen.

S a r m o f f meint aber, daß man die Auffassung nicht ganz von der Hand weisen kann, daß die Überempfindlichkeit des Dentins durch Veränderungen osmotischer Natur im Protoplasma der Tomesschen Fasern zustande kommt. „Denn" sagt er „die klinischen Erscheinungsformen der Überempfindlichkeit des Dentins, näm-

lich das Auftreten von Hyperästhesie in verschiedenen Zahnbeinschichten, nicht an der Schmelzdentingrenze,wo die Nervenendigungen zu suchen wären, sondern innerhalb des Dentins, geben Anhaltspunkte zur Aufrechterhaltung beider Anschauungen über das Zustandekommen derselben. Außerdem ist nicht anzunehmen, daß sich die Wirkungen der äußeren Reize nur auf die Tomesschen Fasern oder nur auf die Nervenfasern beschränken würden."

A d l o f f negiert auch die Existenz von Nerven im Dentin, trotzdem mancherlei, wie er selbst zugibt, für ein Vorhandensein von Nerven spricht. Er stimmt mit Münch völlig überein, daß ein das Protoplasma treffender Reiz wohl eine Empfindung, aber keine so typische Schmerzempfindung auslösen kann.

In diesem Zusammenhang sei noch die Beobachtung Münchs und auch D ü r i n g e r 's erwähnt. Beide Autoren haben an Zähnen, deren Pulpen seit Wochen in toto sichtbar lege artis entfernt worden waren, durch Berührung der Wandung an der Übergangsstelle des Pulpencavums zum Wurzelkanal und im Wurzelkanal selbst an manchen Stellen Schmerzen hervorrufen können. Perforationsstellen waren keine vorhanden, was durch Röntgenaufnahmen sichergestellt wurde. Könnte man das nicht dadurch erklären, daß Ramifikationen der Nerven im Dentin mit den Nerven des periapicalen Gewebes ihre Verbindunge aufrecht erhalten haben ? An eine Reizung des Protoplasmas ist hier nicht zu denken, da jegliche Verbindung mit dem Hauptorgan, der Pulpa, fehlt.

Dem Einwand K i e f e r l e 's, daß man im Dentin noch nicht einmal an entwicklungsgeschichtlichen Präparaten Nerven finden konnte, besonders aber an der Schmelzdentingrenze, wo man sie doch am ersten erwarten sollte, möchte ich die Ansicht Tojodas entgegen halten. Tojoda konnte im frühesten Entwicklungsstadium der Zähne in der Papille unmittelbar unter dem Schmelz noch keine Nerven nachweisen, doch liege es durchaus in dem Bereich der Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit, daß sie nach Eintritt der Dentinverkalkung aus einer gewissen Tiefe der Zahnbeinkanälchen später noch peripherwärts auswachsen. „Vielleicht" sagt Tojoda „werden aber diese peripheren Enden so zart, daß man sie auch jetzt noch nicht nachzuweisen vermag. Daß sie aber gerade an der Schmelzdentingrenze vorhanden sein dürften, dafür spricht die Tatsache, daß die Empfindlichkeit

des Zahnbeins unmittelbar hinter der Schmelzdentingrenze oft besonders groß ist."

Untersuchungen M ü n c h 's an breiteren Flächen einer Zahnbeinhöhle mit einer spitzen und harten Nadel ergaben bei der Abtastung typische Schmerzpunkte, die, weil ihre Zahl verhältnismäßig gering, unmöglich mit der großen Anzahl von Dentinkanälchen und den darin befindlichen Odontoblastenfortsätzen identisch sein können. Er schließt daraus, daß an diesen Schmerzpunkten auch besondere Nerven vorhanden sein müssen, die als Schmerzempfänger wirken, denn solch typische Schmerzen können nur durch direkte Berührung von Nerven oder ihrer Endapparate ausgelöst und weitergeleitet werden. G o l d s c h e i d e r sagt: „Der Schmerz beruht nicht, wie vermutet worden ist, darauf, daß die Nervenfaser selbst vom Reiz getroffen wird, vielmehr sind die Nervenendigungen bzw. ihre Endorgane fähig, Schmerz auszulösen." Es steht nach Münch allerdings noch nicht fest, ob in jedem Dentinkanälchen neben jeder Tomesschen Faser Nervenendigungen vorhanden sind, oder ob ursprünglich solche da waren, die aber im Laufe des Lebens durch physiologische oder pathologische Einflüsse ihrer Funktion beraubt worden sind.

T ü r k h e i m 's Forschungen ergeben, daß neben Schmerzpunkten noch Tastpunkte vorhanden sind und daß durch letztere keine Schmerzempfindung ausgelöst werden kann. Im Gegensatz dazu steht Goldscheider, der nur Schmerzpunkte kennt und behauptet, daß solche auch unterschmerzlich erregt werden können, wodurch dann Tastempfindung wahrgenommen wird. Türkheim schreibt vielmehr dem Dentin eine spezifische Energie für den Schmerzsinn zu. Reize, die am übrigen Körper eine Empfindung hervorrufen, erzeugen im Dentin Schmerzen. Er behauptet, daß an diesen schmerzhaften Stellen freie Nervenendigungen (Neurofibrillen) vorhanden sein müssen. Diese Annahme sei durch die Forschungsergebnisse von Fritsch und Dependorf bestätigt. Die Ansicht Walkhoffs, daß die Tomesschen Fasern Träger der Empfindung sind, hält er schon deshalb nicht für wahrscheinlich, weil das Protoplasma allein nur in den Sinnesorganen Reize aufnimmt. Die beispiellose Empfindlichkeit des Dentins werde dadurch erklärlich, daß auf 1 qmm 15-30 000 Schmerzpunkte kommen, während auf der Haut sich nur 1-2 befänden.

Türkheim weist auch die Meinung Walkhoffs zurück,

daß das Dentin bis zu einer gewissen Grenze „Kalt" oder „Warm" zu empfinden vermag. Das Dentin ist wohl imstande, Kälte- oder Wärmereize aufzunehmen, nicht aber die Empfindung „Kalt" oder „Warm" weiterzuleiten. Es antwortet entweder mit Schmerz, oder es verspürt lediglich die Empfindung, daß etwas in die Kavität hineinläuft.

W i t t stellte bei seinen Untersuchungen fest, daß das Dentin Temperaturpunkte besitzt und Nerven, die nicht die Empfindung Kalt oder Warm weiterleiten, sondern die Empfindung Schmerz. Außerdem fand er spezifische Schmerzpunkte. Auf die Frage, wo nun die Schmerzempfindungsorgane zu suchen sind, berichtet Witt folgendes: „Wir glauben, unsere Ansicht dahin äußern zu dürfen, daß die in der Dentingrundsubstanz verlaufenden, einwandfrei dargestellten Neurofibrillen die spezifischen Schmerznerven sind und daß die Tomesschen Fasern, bzw. die vielleicht mit ihnen verlaufenden Nervenfasern, die Vermittler der Temperaturschmerzen sind. Letzteres dürfen wir umsomehr annehmen, da Kalt oder Warm nicht als Temperatur, sondern als Schmerz empfunden werden und die Tomesschen Fasern als protoplasmatische Fortsätze der Odontoblasten anzusehen sind, die wiederum mit dem Nervensystem der Pulpa in Verbindung stehen; ganz besonders auch deshalb, weil die Anästhetica protoplasmalähmende Substanzen sind und so die Temperaturfortleitung inhibieren." Obige Versuche bestätigen die Ansichten Fritschs und Dependorfs, daß die Nervenfasern im Dentin zwei verschiedene Wege einschlagen, einmal nach der Dentingrundsubstanz und dann nach den Tomesschen Fortsätzen.

Nach den Grundsätzen der modernen Physiologie müßten in allen angeführten Fällen ohne Zweifel Nerven vorhanden sein und zwar nach v. F r e y spezifische Nerven und gesonderte Sinnes- oder Empfangsorgane, die die Schmerzempfindung vermitteln; oder aber nach der Anschauung G o l d s c h e i d e r 's müßten die zentralen Endapparate der sensiblen Nerven die Träger der Schmerzempfindung sein. v.Frey stützt seine Auffassung auf die Feststellung gesonderter Schmerzpunkte neben Druckpunkten und die auffallende Beobachtung, daß es Körperstellen gibt, die frei von Druckpunkten sind, aber Schmerzpunkte besitzen, wie die Conjunktiva, die Cornea, die Glans penis und die Zähne.

Wir dürfen also auf Grund der histologischen und physiologischen Forschungsergebnisse neuester Zeit sa-

gen, daß im Dentin tatsächlich Nerven vorhanden sind, um dadurch die Empfindlichkeit des normalen und des sensiblen Dentins zu erklären.

Zur Bekämpfung des sensiblen Dentins gibt es verschiedene Maßnahmen und Mittel, die je nach dem Grade der Hyperästhesie, aber auch der Empfindlichkeit des Patienten angewandt werden können. Die einfachste Methode dazu ist die Bearbeitung des sensiblen Dentins in vollkommener Trockenheit, d.h. unter exaktem Abschluß der Mundflüssigkeit, am vorteilhaftesten unter Cofferdam und nachfolgender Austrocknung durch trockene Luft mit dem Luftbläser. Dadurch werden die nervösen Elemente gelähmt und die Empfindlichkeit herabgesetzt. Andererseits wird durch die Trockenlegung des Operationsfeldes das Bohren erleichtert. Wenn nämlich der Bohrer durch das Gemisch des Speichels mit den Bohrspänen verschmiert ist, wird seine Schneidekraft bedeutend geringer. Eine Folge davon ist, nach B o e d e c k e r , daß der Zahnarzt leicht dem Fehler verfällt, rascher zu arbeiten, um den Bohrer unter größerem Druck anzuwenden. Naturgemäß entsteht dadurch eine größere Wärmeentwicklung und eine größere Schmerzreaktion. Andererseits kann man in feuchten Kavitäten nicht gesundes vom kariösen Zahnbein unterscheiden. Zuletzt ist es auch ratsam, den Speichel als Bakterienträger vom Dentin fernzuhalten (M ü n c h). Auswischen der kariösen Höhle mit Alkohol und Zuführung eines warmen Luftstromes von 40 - 45° erhöht noch die Austrocknung. Eine nennenswerte Tiefenwirkung kann man damit allerdings nicht erreichen, da die Wirkung nur eine oberflächliche ist und die Schmerzempfindung lediglich herabgesetzt und nicht etwa unterdrückt wird. „Man muß immer wieder den Warmluftbläser zur Hand nehmen, um von Neuem einen geringen Augenblickserfolg zu haben. Doch muß dieser Zustand rasch ausgenützt werden, bevor die ausgetrockneten Protoplasmaenden von innen her wieder Gewebsflüssigkeit zugeführt erhalten." (P e c k e r t)

Ein weiterer Gesichtspunkt, dem besondere Beachtung geschenkt werden muß, ist die Behandlung des sensiblen Dentins mit allerschärfsten Instrumenten.

Da alle unsere schneidenden Instrumente auf Keilwirkung beruhen, so ist die Wirkung am größten, wenn der Zuschärfungswinkel ein kleiner ist. Bei großem Zuschärfungswinkel entstehen von den Keilflanken aus bedeutende Seitenkräfte, die das Seitengewebe zusammenpressen (W a l k h o f f). Es verursachen daher scharfe Instrumente im lebenden Dentin bedeutend geringere Schmerzen als stumpfe. Letztere quetschen das lebende Gewebe in der Druckwirkung und erzeugen bei Rotation (Bohrer) große Wärmemengen, die außerordentliche Schmerzen verursachen. P e c k e r t sagt, daß, solange kein sicher wirkendes und einwandfreies Mittel uns zur Bekämpfung des sensiblen Dentins zur Verfügung steht, dasselbe nur mit ganz neuen Bohrern bester Qualität und nur mit neuen oder frisch geschärften Exkavatoren berührt werden darf. Steinchen sind stets feucht zu benützen und müssen zentrisch laufen.

Walkhoff empfiehlt zur Vermeidung der Rotationswärme das „Kommaverfahren" nach dem Prinzip der intermittierenden Rotation, d.h. den Bohrer nicht ununterbrochen auf derselben Stelle arbeiten zu lassen, sondern absatzweise. Den Kavitätenbohrer lasse man etwa nur eine kurze Zeit (1/5 Sekunde) in Berührung mit dem Dentin, 4/5 Sekunde aber ohne Kontakt mit ihm. Dieses sogenannte Austupfen entspricht dann mehr der Wirkung eines Excavators. Die Angriffspausen sind einmal für den Patienten eine große Erleichterung, ein andermal wird dem Gewebe Zeit gelassen, sich abzukühlen. Außerdem kann man den Bohrer noch als Fräse benützen, um auch wieder absatzweise die kariöse Fläche sozusagen abzuschaben oder abzuwischen.

Richtet man also bei der Bearbeitung des sensiblen Dentins das Hauptaugenmerk auf Trockenheit des Operationsfeldes und scharfe Instrumente, so wird man in den meisten Fällen zum Ziele kommen.

Zur Beseitigung der Überempfindlichkeit an Zahnhälsen empfiehlt B l a c k, nach Trockenlegung dieselben mit einem Schlagpolierer zu bearbeiten. Man hat mit dieser Methode gute Erfolge erzielt und Beschwerden augenblicklich zum Verschwinden bringen können. H ü b n e r bedauert es, daß dieser Ratschlag Blacks viel zu wenig befolgt wird.

Es gibt aber auch schwierige Fälle, bei denen die Schmerzen für den Patienten unerträglich sind. Da wird man zur medikamentösen Behandlung des sensib-

len Dentins greifen. Damit nun nicht plan- und wahllos jedes beliebige Mittel als Anästhetikum verwendet wird, hat Walkhoff besondere Bedingungen angegeben, die ein Dentinanästetikum erfüllen muß, um rationell wirksam zu sein, d.h. um ohne schädliche Nebenwirkungen das Empfindungsvermögen des Dentins zeitweise möglichst auszuschalten.
1) Das Mittel darf weder die organischen noch die anorganischen Bestandteile der Zahngewebe zerstören,
2) Die Tiefenwirkung muß eine größere sein, und zum mindesten ohne daß ein kompliziertes Instrumentarium dazu nötig ist, binnen wenigen Minuten erfolgen,
3) Das Mittel darf keine Reizerscheinungen auf die Pulpa ausüben,
4) Während der Anwendung darf dasselbe keine nennenswerten Empfindungen oder gar Schmerzen hervorrufen,
5) Verfärbungen der Zahngewebe dürfen später nicht eintreten. Zu diesen 5 Grundbedingungen setzt T e i t e l b a u m noch 3 hinzu und zwar soll das Mittel:
6) mit absoluter Sicherheit zum Ziele führen,
7) Keine Schädigungen des Zahnfleisches verursachen, wenn es mit den Weichteilen in Berührung kommt,
8) Einfach, ohne besondere Vorschriftsmaßregeln anzuwenden sein.

Als therapeutische Medikamente finden zunächst die „Ätzmittel" Anwendung. Sie rufen durch Vernichtung lebender Substanz eine Empfindungslosigkeit hervor und wirken durch Wasserentziehung aus dem Eiweiß, Auflösung oder Koagulation von Eiweiß, Oxydation oder Substitution (P r i n z). Der Erfolg bleibt aber trotz der gewaltigen Einwirkung gewöhnlich nur auf die Oberfläche beschränkt und ist darum ein minimaler, weil durch die Koagulation des Eiweißes ein Schutzwall gegen weiteres Vordringen des Ätzmittels gebildet wird. Größere Tiefenwirkung zeigen dagegen starke organische und anorganische Säuren und deren Salze, durch die stürmisch verlaufende Wasserentziehung und die Extraktion von Kalksalzen aus der Umgebung.

Diese ebengenannten Ätzmittel erfüllen wohl die zweite Forderung Walkhoffs, verstoßen aber gegen die erste, die Säuren speziell noch gegen die dritte und die siebente Forderung; außerdem ist durch die Extraktion der Kalksalze des Dentins in der Umgebung der Höhle der dauernde Randschluß der nachfolgenden Füllung in Frage gestellt (Walkhoff). Es fallen also alle

Medikamente weg, die das lebenswichtigste Organ, die Pulpa, schädigen. Unter ihnen ist die Arsenige Säure zu nennen, die heute wohl als das beste Kaustikum gelten kann. Sie koaguliert das Eiweiß sehr gering, dringt daher rasch in die Tiefe und bringt die Pulpa zum Absterben. Starke Entzündungen mit nachfolgender Gangrän sind die Folgen ihrer Anwendung als Dentinanästhetikum.

Eine brauchbare und heute noch vielfach verwendete Säure für die Behandlung des sensiblen Dentins ist die Karbolsäure, die in konzentrierter Form und warm in die Kavität gebracht wird. Sie ähnelt, obwohl sie keine eigentliche Säure ist, in ihrer Wirkung den Mineralsäuren, ist aber von weit geringerer Tiefenwirkung. Gegenüber den anderen Säuren hat sie den Vorteil, daß sie die Kalksalze des betreffenden Zahnes nicht angreift und ist nach Walkhoff das unschädlichste von allen Ätzmitteln für den vorliegenden Zweck. Eine direkte Anwendung auf die Pulpa ist nur mehr von ganz oberflächlicher Wirkung und für dieselbe schadlos. Energischer in seiner Wirkung als die Karbolsäure ist das Chlorphenol. Es erfüllt, beim sensiblen Dentin angewandt, zwei Zwecke. Einmal setzt die 24 Stunden einwirkende Einlage von konzentriertem Chlorphenol die Dentinhyperästhesie bedeutend herab, so daß man die kariösen Massen entfernen kann und dann wirkt es stark desinfizierend, wodurch man die Gewißheit bekommt, daß etwa noch vorhandene Mikroorganismen im zurückgebliebenen Zahnbein vernichtet werden. Nach histologischen Untersuchungen Peckerts treten Schädigungen der Pulpa durch Einlagen mit Chlorphenol weder sogleich noch später ein. Den einzigen Nachteil haben beide, daß ihre Tiefenwirkung eine geringe ist und unseren Ansprüchen keineswegs genügen kann.

Weniger intensiv, aber von größerer Schädlichkeit ist das Kreosot, das aber keine Verwendung mehr findet.

Guilford empfiehlt das Robinsonsche Mittel, bestehend aus gleichen Teilen Pottasche und Karbolsäure.

Auch andere als harmlos bezeichnete Ätzmittel haben sich als Feinde der Pulpa herausgestellt, so das Chlorzink, dessen Ätzwirkung und Wasserentziehung durch die Affinität zum Eiweiß groß ist und

dessen Tiefenwirkung schwer kontrollierbar ist. Außer den Schmerzen bei der Anwendung kann ein Absterben der Pulpa eintreten, wenn das Chlorzink nicht vollständig durch das Zinkoxyd gebunden wird (ähnlich wie bei Silikatzementfüllungen).

Salpetersaures Silber (Höllenstein) wird auch heute noch als Dentinanästhetikum empfohlen. Es hat aber den Nachteil einer geringen Tiefenwirkung. Untersuchungen von Preiswerk und Vogelsang ergaben, daß der Höllenstein mit dem Inhalt der Dentinkanälchen eine unlösliche Verbindung eingeht. Letzterer fand nach Ätzung mit demselben bei nichtatrophischen Pulpen eine mittelschwere bis schwere Pulpitis simplex mit Gefäßerweiterung und Infiltration, bei atrophischen Pulpen dagegen neben einer Hyperämie keinerlei pathologische Veränderungen. Von Nachteil ist die starke Verfärbung des Zahnbeins durch Reduktion und die dadurch entstehenden Schwefelverbindungen. Anwendungsgebiete für den Höllenstein sind die empfindlichen, von vorn nicht sichtbaren, nichtkariösen Zahnhälse, die durch mechanische Einwirkung von Gebißklammern entblößt sind und beim Kontakt mit sauren, süßen und salzigen Speisen außerordentlich schmerzen. Öfteres Tuschieren mit Höllenstein läßt diese Unannehmlichkeiten in den meisten Fällen verschwinden.

Ein nicht verfärbendes Mittel ist das Albargin, ein Silbernitrat-Gelatinepräparat, von Lichtwitz empfohlen, das in Tablettenform in den Handel kommt. Man kann trocken mit einem kugelförmigen Stopfer in die Kavität einreiben oder mit destilliertem Wasser oder aber einer anästhesierenden Flüssigkeit verreiben, und es als Brei mit einem Wattebäuschchen in die Kavität einlegen. Es leistet bei der Hyperästhesie des Dentins infolge traumatischer Errosionen, z.B. bei abgeschlagenen Schmelzkanten an Frontzähnen und bei empfindlichen Zahnhälsen, keilförmigen Defekten, bei der Präparation von Kronen und Brückenpfeilern von vitalen Zähnen außerordentlich gute Dienste. Ein besonderer Vorteil ist, daß es bei seiner Anwendung nicht schmerzt und weder geschmack- noch geruchlos ist (Wendt-Dimkowa).

Aven empfiehlt eine Aufschwemmung von Albargin in Percain. Thymol und ähnliche ätherische Öle, Ol. menthae, Ol. caryophyllorum,

Ol. cinamomum u.a. haben eine kaum nennenswerte Wirkung wegen der geringen Eindringungsfähigkeit in gesundes lebendes Dentin. Außerdem sind sie keineswegs unbedenklich auf die Pulpa in deren Nähe.

Das Formalin wurde auch eine Zeitlang als brauchbares Dentinanästhetikum angewandt, bis man genau so wie bei der Arsenigen Säure auf die Mißerfolge aufmerksam wurde. Formalin ist ein rasch wirkendes Abtötungsmittel für lebendes Gewebe und durchdringt schnell auf größere Strecken hin Eiweißkörper. Seine wasserentziehende Wirkung, besonders bei konzentriertem Formalin, ist größer als bei anorganischen Säuren, weil eine totale Eiweißkoagulation nur verhältnismäßig langsam vor sich geht. Erreicht das Formalin die Odontoblastenschicht, so ist die Folge eine reaktive Entzündung der Pulpa und bei längerer Einwirkung schließlich eine Abtötung derselben. Man muß also vor der Anwendung des Formalins als Dentinanästhetikum warnen und damit auch vor allen Präparaten, die zu diesem Zwecke angepriesen werden und Formalin enthalten. Dazu gehören Trioxymethylen und die in den vergangenen Jahren empfohlene Buckley'sche Lillypaste und die Zbinden'sche Paste, ebenso die von J. Lewin Payne empfohlene Paste, die u.a. 20% Paraform enthält, das bei Einwirkung auf das Dentin Formaldehyd abspaltet.

Untersuchungen Demisch's ergaben eine ausgedehnte Nekrose des Pulpengewebes durch Formalinhaltige Medikamente.

Das Formalin- und Eugenolhaltige Dentamo, von Andreesen hergestellt, ist nach den Untersuchungen Rebel's und Gainis' auch nicht so zähneliebend wie der Name sagt und ruft ebenfalls Schädigungen der Pulpa hervor.

Das von Dalma entdeckte Nervocidin, ein weißliches Pulver, das schwefelsaure Salz eines Alkaloids, das aus einer hinterindischen Pflanze, Gasu-Basu, gewonnen werden soll, muß nach den Untersuchungsergebnissen Schmidt's zur Bekämpfung der Dentinhyperästhesie abgelehnt werden. Schmidt gelang durch seine klinischen Erfahrungen, die er mit Nervocidin gemacht hat, wie leichtes ziehendes Schmerzgefühl am ersten Tage nach der Einlage, welches auf Reizung oder Schädigung der Pulpa deutet, wie nach chemisch-physikalischen Untersuchungen nach erfolgter Einlage, zu denselben ablehnenden Ergebnissen, wie

schon früher gemachte histologische Untersuchungen es beweisen. Er behauptet, daß die Schädigungen irreparabel sind. G r e t h konnte durch Nervocidineinlagen an Hundezähnen Schädigungen der Pulpa von der einfachen Hyperämie bis zur Pulpennekrose nachweisen.

Von manchen Praktikern wurde auch das E x a v i n mit Erfolg benutzt, das als wirksamen Bestandteil außer Phenol, Menthol usw. E r y t h r o p h l e ï n enthält. Da aber Erythrophleïn ebenso wie M u a v i n und Nervocidin hochwirksame Alkaloide sind und Einlagen derselben sehr bald eine Nekrose der Pulpa hervorrufen, muß auch vor diesem Mittel gewarnt werden.

K. L i n d e will mit seinem Präparat C o n t r a s e n o l , eine Lösung von Psikain in Bromoform, günstige Resultate erzielt haben. Doch darf dieses Mittel nicht verwendet werden, weil Bromoform die Pulpa schädigt.

Untersuchungen W e i s e 's haben ergeben, daß sich das R a h i n o l , eine Lösung verschiedener ätherischer Öle in Tribrommethan, als wirkungslos gezeigt hat.

T e i t e l b a u m hat die B u t z J ö r g e n 'sche P a s t e empfohlen, mit der der Hersteller angeblich Erfolge erzielt haben will.

In der Zahnärztlichen Rundschau 1928, Seite 106, wird eine Anästhesinpaste empfohlen, die aus gleichen Teilen Acidum carbol. und Kalium causticum cryst. besteht. Doch muß auch vor dieser gewarnt werden, da einmal die Kausticis eine unheimliche Tiefenwirkung besitzen und solange ätzend wirken, bis sie sich durch ihre chemische Bindung erschöpft haben (P e c k e r t), also die Pulpa stark gefährden und außerdem von starker Ätzwirkung auf das Zahnfleisch sind.

A. M a s u r empfiehlt P a i n e x als ideales unschädliches Dentinanästhetikum, mit dem er keine Versager hatte. Da man eine Zusammensetzung nicht kennt, ist auch davor Vorsicht geboten, zumal keine Versager vorkommen, was man von keinem bisher bekannten Dentinanästhetikum behaupten kann.

In neuester Zeit wird F a k i r als Dentinanästhetikum angepriesen, das durch die pastenartige Konsistenz leicht anwendbar ist, besonders bei flachen Kavitäten, keilförmigen Defekten und empfindlichen Zahnhälsen. Je nach der Tiefe der Höhle läßt man 1/2 bis 1 Stecknadelkopf großes Quantum 1/2 bis 1 Tag liegen. Bei tieferen Kavitäten muß man mit der Dosie-

rung vorsichtig sein. Es gilt das Prinzip: Je näher der Pulpa, desto weniger Fakir. N e u m ä r k e r schreibt darüber in der Zahnärztlichen Rundschau 1933, H.3, daß das Mittel bei Patienten von normaler Konstitution durchweg gut vertragen wird, hingegen zeigen sich bei sensiblen und nervösen Patienten hin und wieder mehr oder minder kurz dauernde Schmerzen. Wurzelhaut- oder Periostaffektionen konnten in keinem Fall, auch später nicht, beobachtet werden. L e n z berichtet in Z.R.1932,H.51, daß er in fünfzig Fällen einmal eine Pulpenschädigung gefunden habe, und zwar bei einer an Chlorose erkrankten Frau.

Für die Behandlung überempfindlicher Zahnhälse wird S c h r ö d e r 's R a d i s a n empfohlen,für sensibles Dentin bei kariösen Prozessen T i r a n a l . Letzteres ruft eine Verkieselung der kariösen Massen hervor, die dann schmerzlos entfernt werden können, wirkt also indirekt als Dentinanästhetikum. Beide haben den Vorteil, daß sie bei der Anwendung nicht schmerzen. Nachteilig ist jedoch die ätzende Wirkung auf die Schleimhaut.

Eine Methode, die hauptsächlich im vorigen Jahrhundert Verwendung gefunden hat und deren Wirkung ähnlich der von Säuren ist in Bezug auf Vernichtung organischer Substanz, ist die G a l v a n o k a u s t i k . Ihre Tiefenwirkung ist durch die Verbrennung lebender Substanz eine unkontrollierbare, ausserdem ist der dabei auftretende Schmerz größer als der bei den Säuren. Walkhoff hält sie für eine technische Verbesserung des alten Glüheisens, welches verzweifelte Ähnlichkeit mit früheren Folterwerkzeugen hatte.

Eine anästhesierende Wirkung haben auch die sog. ermüdenden Stoffe. Sie werden z.B. schon physiologisch nach einer starken Erregung der Muskeln und Nerven im Gewebe abgelagert und setzen dadurch die Erregbarkeit stark herab. Es tritt infolgedessen ein Zustand extremer Erschöpfung des Energievorrates der betreffenden Organe ein (Peckert) und eine Anästhesie der nervösen Elemente.

Diese Stoffe müssen zur Imprägnation des Dentins nach S a r m o f f folgende Eigenschaften besitzen:
1) eine große Diffusionsfähigkeit,
2) eine ermüdende und darauffolgende lähmende Wirkung,
3) reversible Gewebswirkung,
4) leichte Anwendungsmöglichkeit und Wirtschaftlich-

keit.
Unter ihnen sind zu nennen: Milchsäure, Kohlensäure, Natrium- und Kaliumsalze, der Kohlen- und Phosphorsäure.

Die Milchsäure kommt als therapeutisches Mittel für diese Zwecke kaum in Betracht; wohl aber die Kohlensäure. Man vermutet, daß die anästhesierende Wirkung des Steines von Memphis (Kalkstein), den um das Jahr 50 n.Chr. Dioscorides pulverisierte und mit Essig zu einem Brei angerührt auf die zu operierende Hautpartie eine bestimmte Zeit einwirken ließ, durch die dabei frei werdende Kohlensäure hervorgerufen wurde.

Ihre Wirkung als Gas bei der Dentinanästhesie beruht einmal auf ihrer hohen Diffusionsgeschwindigkeit, die größer ist als die einer anderen Flüssigkeit, dann ihrer Eigenschaft, Wasser und zwar rasch aus der Umgebung anzuziehen, wodurch schon eine Herabsetzung der Empfindlichkeit erfolgt, und zuletzt in ihrer ermüdenden Eigenschaft auf den Schmerzaufnahmeapparat, durch die Aufspeicherung von Ermüdungsstoffen, wodurch die Reizaufnahmefähigkeit der nervösen Elemente verringert wird. Es wären hiermit alle Dinge für eine ideale Dentinanästhesie gegeben. Doch hat man auch hier mit Mißerfolgen zu rechnen, die aber in der individuellen Struktur des Dentins zu suchen sind.

Für die Anwendung der Kohlensäure sind verschiedene Apparate konstruiert worden und zwar von B a u c h w i t z , W a l k h o f f , A l b r e c h t . Eine Verbesserung dieser Apparate war der C a r b o f l u x von W e s k i , eine weitere Verbesserung der E d o l a t o r F e n n e r 's.

Eine etwa eintretende Giftwirkung des Kohlensäure bei Anwendung in konzentrierter Form, z.B. zentrale Lähmung, ist nach B a u c h w i t z bei kurzer Anwendungszeit nicht zu befürchten.

Die Anästhesie des sensiblen Dentins mit der Kohlensäure mittels dieser Apparate hat sich aber in der Praxis nicht einzubürgern vermocht wegen der Kompliziertheit derselben.

In dem E u f i n , einem Ester der Kohlensäure mit Methylalkohol, glaubte A d r i o n , unabhängig von den komplizierten Apparaten, ein gutes Mittel gefunden zu haben. Es ist eine aromatisch riechende, in Wasser schwer, in Lipoiden aber leicht lösliche Substanz, die bei Verseifung, d.i. bei Zusatz von Wasser

und noch besser in Körpersäften in seine Bestandteile: Kohlensäure und Methylalkohol zerfällt. Mißerfolge, über die G r e v e und A d r i o n berichten, haben das Mittel in Vergessenheit geraten lassen.

Die anderen ermüdenden Stoffe, die sog. Alkalisalze werden unmittelbar mit dem sensiblen Dentin durch bloßen Kontakt angewendet. Doch läßt sich das Dentin damit nicht allzu leicht imprägnieren wegen der vitalen Widerstandsfähigkeit der Odontoblasten, die dem Eindringen von Flüssigkeiten entgegensteht. Man muß daher zur Erzielung einer Anästhesie eine Methode anwenden, die diesen Widerstand beseitigt, dabei aber unschädlich ist und auf die physiologischen Eigenschaften des Gewebes größte Rücksicht nimmt (Walkhoff).

Nach zwei Gesetzen, einem physiologischen, dem Imbibitionsgesetz lebender Gewebe und einem physikalischen, dem Gesetz der Endosmose, ist eine Imprägnation dieser scheinbar undurchdringlichen Massen noch möglich. Nach dem Imbibitionsgesetz, d.i. das Gesetz von dem Eindringen einer Flüssigkeit in feste Körper in die Poren oder intermolekularen Räume, müßte es gelingen, die Wassermenge in den Zahnfasern, die den gesamten Stoffwechsel reguliert und etwa 10 % des gesamten Dentins beträgt, durch eine möglichst gleichwertige Menge der anästhesierenden Flüssigkeit zu ersetzen. Wäre das erreicht, so müßte das organische Gewebe der Wirkung dieser letzteren unterliegen. Nach dem Gesetz der Endosmose müssen beide Flüssigkeiten von solcher Beschaffenheit sein, daß sie auch leicht ineinander diffundieren können (Walkhoff).

Zwei Faktoren setzen der Möglichkeit der Endosmose im lebenden Dentin einen großen Widerstand entgegen. Erstens ist es die äußerst geringe Diffusionsfähigkeit des Eiweißmoleküls infolge seiner Größe. An einen Ausgleich zwischen der lebenden, nicht flüssigen organisierten Protoplasmasubstanz und der zu imprägnierenden Flüssigkeit ist also nicht zu denken, wenn das lebende Dentin vorher nicht genügend ausgetrocknet ist. Zweitens verhindert die vitale Flüssigkeit der Odontoblastenfortsätze nahezu vollkommen die Imbibition. R a n k e hat den Satz aufgestellt, daß Zellen sich mit Flüssigkeiten, welche für das Zelleben indifferent sind, nicht imprägnieren lassen. Da nun lebende Zellen fast niemals Farbstoffe aufnehmen, wohl aber abgestorbene, so können wir verstehen, warum Verfärbungen des harten Zahnbeins nur dann wahrnehmbar sind, wenn die Tomes-

schen Fasern vorher vernichtet waren. Ranke hat aber nun herausgefunden, daß schwach saure und alkalische Lösungen eine Herabsetzung der Lebensenergie organisierter Gewebe bewirken und je nach dem Maße der Herabsetzung das lebende Gewebe sich mehr oder minder schnell imbibierte. Mit Rücksicht auf diese ebengenannten physiologischen und physikalischen Gesetze ist die Zahl der in Betracht kommenden anästhesierenden Flüssigkeiten gering.

Soll nun das einzuverleibende Medikament die Forderungen Walkhoffs erfüllen, so muß es unter geeigneten Bedingungen angewandt werden und besondere Eigenschaften besitzen. Walkhoff faßt das kurz zusammen in den Worten: „Das lebende Zahnbein muß nach Möglichkeit vorher ausgetrocknet werden. Das Mittel muß ferner die Lebensenergie der Zahnfasern auf kurze Zeit herabsetzen, ohne dieselben und das eigentliche Pulpengewebe zu irritieren, geschweige denn es zu vernichten. Endlich muß das Mittel ein möglichst großes endosmotisches Äquivalent haben."

Vor ungefähr 25 Jahren hat M i l l e r zur Bekämpfung des sensiblen Dentins seinen Patienten empfohlen, mehrere Tage oder Wochen hindurch, am besten vor dem Schlafengehen, etwas doppeltkohlensaures Natron auf die schmerzhafte Stelle zu bringen und dort liegen zu lassen, bis es zerfließt. Als Ersatz dafür verordnet er Philipps Magnesiamilch, zwei bis drei mal täglich, und besonders vor dem Schlafengehen einen Eßlöffel voll in den Mund zu nehmen und sie mehrere Minuten auf die empfindliche Stelle wirken zu lassen. Miller hat auf diese Art eine gewisse Empfindungslosigkeit der schmerzhaften Stellen hervorrufen können.

Berücksichtigen wir nun die Wirkung bei der einfachsten Anwendungsweise, ferner die Beobachtung Rankes, daß alkalische Lösungen die Lebensenergie des Protoplasmas herabsetzen, so kann man daraus schließen, daß diesen Alkalien eine besondere Fähigkeit eigen sein muß, anästhetisch zu wirken. Walkhoff berichtet, daß sie die Empfindlichkeit in weit schnellerem Maße herabsetzen wie die konzentrierten Kokainlösungen. Durch die große Imbibitionsfähigkeit erzielt man mit ihnen bei Berührung mit dem Protoplasma binnen Sekunden schon eine Anästhesie, die im Laufe einer Minute schon eine gewisse Tiefe erreicht hat. Die Anästhesie ist allerdings nur von kurzer Dauer und von nicht allzugroßer Tiefe. Trotzdem sind diese Mittel brauchbar, zumal das kohlen-

saure Natron eines der höchsten endosmotischen Äquivalente hat.

Sollen diese Stoffe mit Erfolg angewandt werden, dann gilt der Satz: corpora non agunt, nisi soluta, d.h. diese Salze oder andere zu diesem Zwecke zu verwendende Mittel müssen in gelöster Form angewendet werden.

Als geeignete Lösungsmittel kommen nur solche in Betracht, die auf das Gewebe eine wasserentziehende Wirkung haben, ohne eine chemische Veränderung des Protoplasmas hervorzurufen. Solche Flüssigkeiten, die den ins Auge gefaßten osmotischen Vorgang rasch bewerkstelligen, stark wasserentziehend wirken und schnell in das organisierte Gewebe eindringen, um sofort den Austausch der verschiedenen Flüssigkeiten hervorzurufen, sind G l y c e r i n - und Z u k k e r lösung.

Damit diese Mittel auch ihre Wirkung voll entfalten können, ist die Zahnbeinhöhle trocken zu halten, am besten durch Cofferdamanlage. Eine intensive Austrocknung durch körperwarmen Luftstrom erleichtert das Eindringen der Flüssigkeit.

Verschiedene Medikamente sind nun zur Anwendung gekommen, die in ihrer Zusammensetzung verlieren.

L e v k o w i c z verwendet eine gesättigte Lösung von Kaliumkarbonat in Glycerin.

S a c h s und G o o d empfehlen ein Mittel, das nach P r i n z aus 20 Teilen Kaliumkarbonat, 5 Teilen Natriumkarbonat und Glycerin besteht. Sachs hat damit gute Erfolge erzielt und sagt, daß bei richtigem Einreiben die Zahl der Mißerfolge kaum je 2 % betragen kann. S a r m o f f gibt an, daß es den klassischen Forderungen, die an ein Dentinanästhetikum gestellt werden, vollkommen gerecht wird. „Eine schädigende Wirkung auf die Pulpa ist wenig wahrscheinlich, da die Tiefenwirkung des Mittels keine unbegrenzte ist und vor allen Dingen die Empfindungsfähigkeit des Dentins nach gewisser Zeit wieder auftritt. Außerdem konnte bis jetzt eine Schädigung der Pulpa irgendwelcher Art klinisch nicht festgestellt werden." (Sarmoff)

Die Tiefenwirkung dieser heißgesättigten Natrium-Glycerinlösung ist auch nur mehr eine beschränkte. Es genügen je nach der Größe der Kavität und der Empfindlichkeit des sensiblen Dentins 1 bis 2 Einlagen, um die betreffende Kavität präparieren zu können. Der bei

der Anwendung auftretende leicht ziehende Schmerz ist kaum von Bedeutung. Eine Verfärbung des Zahnes tritt nicht auf. Geschmack und Geruch sind in jeder Hinsicht angenehm. Eine Schädigung der Schleimhaut ist nicht beobachtet worden. Außerdem ist das Mittel leicht anzuwenden. Sie leistet bei Anwendungen an überempfindlichen Zahnhälsen besonders nach der Cürettage gute Dienste und soll nach Angaben von Sachs für viele Jahre hinaus den Patienten von den lästigen Schmerzen befreien.

Besser noch soll eine Paste wirken, die die gleichen Grundstoffe enthält, aber im Gegensatz zur Lösung mit dem Amalgamstopfer eingerieben wird. S p e y e r und v. K a r g e r geben neuerdings eine Paste heraus, die statt Glycerin, das die anfänglich auftretenden Schmerzen verursachte, ein anderes Lösungsmittel besitzt. Die Erfolge mit dieser Paste sind gut, besondere Anwendungsgebiete sind empfindliche Zahnhälse und Schmelzdentingrenze.

Gelegentlich wurde auch E u d e n t o l , ein Gemisch von Glycerin, kohlensaurem Kali und etwas Zukker in Anwendung gebracht. Nach W e i s e verursacht es aber durch seine starke wasserentziehende Wirkung einen fast unerträglichen Schmerz.

Gute Resultate erzielt man mit L i p y n a l g i n von folgender Zusammensetzung: Lipyloxydhydrat. p-amidobenzoyl diäthylamino-äthanol monochlorhydrat., Natr.carbon.acid. Der Hauptbestandteil ist also doppelkohlensaures Natron in einer Lösung von Novocain.

Ich habe mit diesem Dentinanästhetikum Versuche angestellt und es mit Erfolg angewendet, Es entspricht den von Walkhoff aufgestellten Forderungen in jeder Hinsicht. Dabei übt das Mittel keinen schädlichen Einfluß auf die Zahngewebe aus. In keinem einzigen Falle konnte eine schädigende Wirkung auf die Pulpa klinisch festgestellt werden. Die Tiefenwirkung ist eine genügende, jedoch keine unbegrenzte. In den meisten Fällen genügte eine einzige Einlage zur Fertigpräparation der Kavität. Der bei der Anwendung auftretende leicht ziehende Schmerz ist nurmehr gering und von untergeordneter Bedeutung und wird von dem Patienten gerne in Kauf genommen. Geschmack und Geruch sind angenehm. Irgendwelche Veränderungen der umgebenden Weichteile sind nicht zu beobachten.

Das Mittel selbst ist wirtschaftlich und ohne jede Apparatur bequem in jeder Kavität ohne Gummituch

anwendbar. Nach Austrocknen der Kavität wird ein unter der Flamme leicht erwärmtes, mit Lipynalgin getränktes Wattebäuschchen vorsichtig auf die sensible Stelle gelegt, darüber kommt ein Blättchen unvulkanisierten Kautschuk, das mit einem breiten Amalgamstopfer mit immer stärker werdendem Druck 1 bis 2 Minuten angedrückt wird. Die anfänglich auftretenden leicht ziehenden Schmerzen klingen bald ab.

Die Wirkung des Lipynalgin ist als eine gute zu bezeichnen. In 60 % der Fälle konnte man völlig oder so gut wie schmerzlos ausbohren. In 30 % war erheblich herabgesetzte Sensibilität vorhanden und in 10 % geringe oder gar keine Wirkung. Ohne Wirkung war Lipynalgin bei einem rachitischen Zahn und in zwei Fällen an der Schmelzdentingrenze. Versager sind im allgemeinen in der individuellen Struktur des Gewebes zu suchen.

Das Alter der Patienten lag zwischen 8 und 26 Jahren, 50 % davon waren Kollegen und Kolleginnen, meist äußerst sensible Individuen.- In Bezug auf die Gattung der Zähne waren es 65 % Molaren, 20 % Prämolaren und 15 % Frontzähne.

Das Ergebnis meiner Versuche kann ich dahin zusammenfassen, daß wir in Lipynalgin ein ausgezeichnetes Dentinanästhetikum besitzen, ein Präparat, das wegen seiner leichten Anwendbarkeit, sofortigen Wirkung und Wirtschaftlichkeit eine sehr wertvolle und wirklich brauchbare Bereicherung unseres zahnärztlichen Medikamentenschatzes bildet.

Ähnliche Wirkung wie die ebengenannten Stoffe haben die Chlorcalzium- und Chlormagnesiumsalze, sie sind aber weniger von Bedeutung.

Eine andere Gruppe von Medikamenten zur Bekämpfung des sensiblen Dentins sind die Anästhetica vera. Sie besitzen eine spezifische Wirkung auf die sensiblen Nervenelemente und haben keinen anderweitigen unerwünschten oder gar schädlichen Einfluß auf den zellulären Bau im Gefolge. Es sind dies die Alkaloide, die durch ihre lähmende Eigenschaft geeignet sind, das Dentin zu anästhesieren, vorausgesetzt, daß alle Bedingungen erfüllt werden, unter denen lebendes Gewebe damit ausreichend imprägniert werden kann.

Als der beste Vertreter gilt das vor ungefähr 100 Jahren entdeckte K o k a i n . Man versuchte zuerst wie bei der Schleimhautanästhesie es durch einfachen Kontakt mit dem sensiblen Dentin in Berührung zu bringen. Entweder in konzentrierter, wässriger alkoho-

lischer Lösung oder in Pulverform. Damit hatte man aber keinen Erfolg, einmal wegen des geringen Eindringungsvermögens desselben und zum zweiten wegen der mangelhaften Absorptionsfähigkeit des Protoplasmas im Dentin. Zur Lähmung des vitalen Widerstandes der Tomesschen Fasern und zur Erzielung einer großen Tiefenwirkung, ohne jedoch das Gewebe zu schädigen, versetzte man das Kokain mit verschiedenen Zusatzmitteln. Sie sollten die pharmakodynamische Kraft des Kokains, die durch die Katalyse der Fermente des Protoplasmas rasch abnimmt, heben und das Protoplasma für ein besseres Eindringen des Kokains vorbereiten.

So entstand durch Walkhoff das sog. P o t a s - k o k a i n und V a p o k o k a i n , letzteres ist eine 15 %ige Kokainlösung in Äther, von dem man annahm, daß der verdampfende Äther in die Dentinkanälchen eindringt, wodurch das Kokain leichter auf die Dentinfortsätze wirken kann. Eine größere Tiefenwirkung hatte das von Walkhoff empfohlene Gemisch von salpeter- oder milchsaurem Kokain, Chloroform und einem Tröpfchen Salpetersäure.

Die so entstandenen Kombinationen hatten aber alle den Fehler, daß bei ihrer Anwendung stets ein ziehender Schmerz auftrat, der deutlich bewies, daß der durch das Zusatzmittel gesetzte Reiz zunächst die eintretende Anästhesie überwog, ein unzweifelhaft physiologischer und therapeutischer Nachteil aller dieser Mittel (Walkhoff).

De T e r r a trachtete durch Anästhesierung der Nase die Hyperästhesie der Halskavitäten der oberen Frontzähne zu vermindern. Er anästhesierte für die linken drei Frontzähne das linke und für die rechten drei Frontzähne das rechte Nasenloch. Dazu verwendete er eine 10 %ige Kokainlösung und fügte zu einer Menge von 10 gr 1 gr Adrenalin hinzu. Die Anästhesierung erfolgt durch einen mit Lösung getränkten Wattebausch, der 20 Minuten lang auf dem Boden der Nasenhöhle liegen bleibt.

A b r a h a m sen. und jun. haben versucht,mit der D r a l a d e n t m e t h o d e durch erhöhte Austrocknung der Odontoblastenfortsätze die chemische Anästhesie zu verstärken. Sie konstruierten ein kleines heizbares warmluftspendendes Gebläse, den sog. D r a l a t o r , das bequem an Stelle des Handstückes an der Bohrmaschine angebracht werden kann. Durch einen damit erzeugten warmen Luftstrom wird das Zahnbein

ausgetrocknet, bis die Tomesschen Fasern die gewünschte Schrumpfung erfahren haben, um dann für die Aufnahme des Anästhetikums D r a l a s o l , einer Kombination verschiedener Kokainersatzpräparate in Estern gelöst, geeignet zu sein. Beide Autoren wissen davon gute Erfolge zu verzeichnen.

H. E u l e r berichtet im D.Z.W.1932,H.3, daß v. d. O s t e n - S a c k e n die Pulpen auf diese Art vorbehandelter Zähne nach 24 Stunden, andere nach dreiwöchentlicher Beobachtungszeit untersucht und nirgends eine Schädigung festgestellt hat.

Weit bessere Erfolge erzielt man, wenn das Anästhetikum unter Anwendung von Druck in die Dentinkanälchen hineingepreßt wird, wodurch dessen Diffusion durch das Dentin verstärkt und eine schnelle und unmittelbare Einwirkung auf die nervösen Elemente hervorgebracht wird.

M i l l e r wies an Hand von Versuchen nach, daß Farbstofflösungen bei 1 Atm. Druck in 1 1/2 Minuten durch das Dentin bis zur Pulpa vorgetrieben werden können. Am lebenden Zahn sind die Verhältnisse allerdings nicht so günstig wie am extrahierten.

Der Vorgang der Druckanästhesie ist folgender: Das Mittel wird entweder trocken in der Kavität oder mit einem Tropfen destilliertem Wasser verrieben,oder aber mit dem bereits flüssigen Mittel ein Wattebäuschchen getränkt, über der Flamme leicht erwärmt und in die Kavität gebracht und darüber ein Stückchen Cofferdam gelegt. Als Stempel wird dann der vorher aus Stents hergestellte und erhärtete Abdruck der Kavität benützt und 1-2 Minuten mit immer stärker werdendem Druck hineingepreßt. Liegt die Kavität zentral, so kann man Kaudruck einwirken lassen. Man kann auch unvulkanisierten Kautschuk auf das Wattebäuschchen legen, der sich an die Wände der Kavität anschmiegt und dicht schließt und ihn mit einem breiten Amalgamstopfer andrücken, oder die Kavität mit Guttapercha verschließen und darauf Druck anwenden. Eine exakte Abdichtung muß in allen Fällen vorhanden sein.

Bei der Druckanästhesie verwendete Mittel sind einmal Kokain in Lösung oder Kristallform, oder Kokain kombiniert mit anderen Stoffen.- Im Laufe der Zeit zeigte das Kokain, wenn es in entsprechender Menge in den Blutkreislauf gelangte, eine toxische Wirkung auf das Zentralnervensystem. Man hat deshalb versucht, andere Lokalanästhetika von geringerer Giftigkeit

herzustellen und hat solche auch gefunden, die dem Kokain an anästhesierender Wirkung kaum nachstehen, in dem Novocain, Alypin etc.

Unter diesen verdienen die A l y p i n - S u p r a r e n i n s t ä b c h e n von Woelm hervorgehoben zu werden. Sie setzen die Empfindlichkeit in verhältnismäßig kurzer Zeit (5-7 Min.) herab. Die Anästhesie ist von ausreichender Tiefe, sodaß in weitaus den meisten Fällen eine Einlage zur Fertigpräparation der Kavität genügt. Das Mittel schmerzt nicht bei der Anwendung und greift die organischen und anorganischen Bestandteile des Dentins nicht an. Reizerscheinungen auf die Pulpa sowie unerwünschte Neben- und Nachwirkungen sind klinisch nicht zu beobachten. Eine Verfärbung der Zähne findet nicht statt.

S c h l e m m e r empfiehlt in Z.R.1932,H.49, P s i k a i n - G l y c e r i n w a t t e k ü g e l c h e n .

C. H. F i s c h e r (Breslau) benützt P e r k a i n , ein Chininderivat mit Erfolg bei der Druckanästhesie.

Ferner kommt noch P a n t h e s i n zur Verwendung, das von G a l l w a s zu diesem Zweck untersucht wurde. Er fand, daß es wegen der geringen Giftigkeit im Vergleich zu Kokain vorteilhaft und in Bezug auf seine anästhesierende Wirkung dem Kokain ebenbürtig ist. Es entfaltet eine große und schnelle Tiefenwirkung. Bei seiner Anwendung erzeugt es ein leichtes Ziehen, das allerdings nur von kurzer Dauer ist. Irgend eine schädliche Wirkung auf organische und anorganische Substanzen des Dentins und auf die Pulpa werden nicht ausgelöst. Eine Verfärbung des Zahnes tritt auch hier nicht auf.

Versager bei der Druckanästhesie hängen vom individuellen Bau des Dentins ab. Durch den kariösen Prozeß entstandenes, sekundäres und transparentes Dentin, oder aber ausgeheiltes Dentin, stellen sich dem Vordringen des Anästhetikums wie eine Barrière in den Weg. Sie sind nach den Versuchen F u r r e r 's für Flüssigkeiten und Farbstoffe vollkommen undurchlässig.

Eine andere Methode, das anästhesierende Medikament dem Dentin einzuverleiben, ist die K a t a p h o r e s e , die sog. elektrische Endosmose. Durch elektrolytisches Verfahren sucht man das Anästhetikum ins Innere des Dentins zu befördern. Der Vorgang ist nach M o r g e n s t e r n folgender:

„D i e K a t a p h o r e s e ist die Eintreibung und Fortführung einer Flüssigkeit in einem mit einem Elektrolyten erfüllten porösen Körper vermittels des konstanten elektrischen Stromes. Sie ist in erster Linie als elektrische Osmose aufzufassen. Das zur Anwendung kommende Medikament kann elektroinaktiv sein, die ihm als Vehikel dienende Flüssigkeit muß aber auf alle Fälle leitungsfähig sein. Die Konzentration des Medikamentes kann eine äußerst schwache sein, da die Menge der überführten Flüssigkeiten wie bei jeder Osmose nahezu umgekehrt proportional der Konzentration ist." Selbst schwache Stromintensitäten können schon einen erheblichen Effekt hervorbringen.

Die Wirkung der Kataphorese ist eine hervorragende, man kann die Hyperästhesie des Zahnbeines tatsächlich damit zum Verschwinden bringen. Walkhoff behauptet zwar, daß die Erfolge der zur Kataphorese empfohlenen Flüssigkeiten zumeist auf der Ätzwirkung der Zusatzmittel als auf der vermeintlichen stärkeren Durchtreibung des Kokains vermittels des elektrischen Stromes beruhen, da das Kokain an sich in wässriger oder alkoholischer Lösung der Kataphorese unbrauchbar sei.

Trotz der Erfolge hat sich die Kataphorese in die Praxis wenig einzubürgern vermocht, weil die Vorbereitungen allzuviel Zeit in Anspruch nehmen und die Apparatur eine teure ist.

In den letzten drei Jahrzehnten hat die Anästhesierung des sensiblen Dentins durch die submuköse Infiltration, wie man sie zur Zahnextraktion und zu anderen chirurgischen Eingriffen verwendet, Eingang gefunden und in den Fällen gute Dienste geleistet, in denen die Behandlung dem Patienten unerträgliche Qual bereitet. Die Injektion kann in das lockere Gewebe um die Wurzelspitze eines Zahnes erfolgen, als sog. lokale oder Plexusanästhesie, oder in die Umgebung eines grösseren Nervenstammes, z.B. Ein- oder Austritt aus einem Foramen, als Leitungs- oder Stammanästhesie. B r y a n, I. W o o d und P l a t t empfehlen speziell für die Anästhesie des sensiblen Dentins die interosseale Injektion, wobei die Lösung in den spongiösen Teil des Alveolarfortsatzes injiziert wird, der den betreffenden Zahn umgibt. „Die Technik ist weder schwierig noch gefährlich, der Erfolg tritt augenblicklich ein, eine Wartezeit ist nicht erforderlich" sagt Platt. Wood hält diese Methode für die einfachste und praktischste. Sie ist aber im Vergleich zu den beiden er-

sten ziemlich schmerzhaft, während und nach der Operation, zumal wenn die Injektionsflüssigkeit zwischen Periost und Knochen gelangt.

Die Injektion einer betäubenden Flüssigkeit bedeutet einen mehr oder weniger tiefen Eingriff in den Stoffwechsel des betroffenen Gewebes und deshalb muß die Zusammensetzung der Lösung in höchstem Maße dem chemischen Verhalten der Gewebsflüssigkeit angepaßt sein, wenn der Ablauf der Anästhesie ohne nachteilige Folgen für den örtlichen Stoffwechsel und die von ihm versorgten Zellen sein soll. Und dennoch tritt eine empfindliche Störung des Kapillarkreislaufes ein, die in einer vollständigen Ausschaltung desselben besteht, durch Kontraktion der Gefäßwandungen und dadurch entstehende vorübergehende Stillegung des Blutumlaufes. Je nach der Dauer des Stillstandes kann eine ernste Schädigung der betreffenden Zellen und Gewebe (Pulpa, Wurzelhaut,Knochenmark,Periost) eintreten. Als Injektionslösung hält darum G. F i s c h e r die frisch angesetzte, sterile, körperwarme, isotonische und isoionische Novocain-Suprareninlösung (0,5-2 %) als Standardlösung für die beste. Qualitativ gleichwertig hält er die Ampullenlösungen und zwar zieht er die blutalkalischen den neutralen vor und verwirft alle sauer reagierenden oder solche mit fremden Zusätzen. Er sagt „saure Lösungen schmerzen, da der Gewebsstoffwechsel wie bei der Entzündung geschädigt wird. Die schwach alkalische Lösung mit einer Wasserstoffionenkonzentration von 7,2 bis 7,5 ist schmerzfrei (v.G a z a). Lösungen von Körpertemperatur diffundieren ungehindert und wirken am schnellsten. Die durch den Nebennierenextrakt bewirkte Unterbrechung des Gefäßstoffwechsels darf nur kurz und oberflächlich sein und nicht Gewebsacidose hervorrufen. Daher möglichst geringe Dosierung desselben (nicht mehr als 0,000025 pro Kubikzentimeter).

Man hat schon lange danach getrachtet, den Nebennierenzusatz, der die Wirkung der anästhesierenden Flüssigkeit durch Verlangsamung der Resorption verlängert, wegen schwer zu errechnender Giftwirkung, die in Störung des Kreislaufsystems, Auftreten von Ödemen nach der Injektion im Gewebe durch Gefäßkrämpfe besteht auszuschalten, oder ihn auf ein erträgliches Maß herabzudrücken. B a u e r hat darum versucht, statt dessen ein dem Adrenalin verwandtes Alkaloid aus einer exotischen Pflanze, der Ephedra vulgaris, das E p h e d r i der Novocainlösung zuzusetzen und hat festgestellt, da

dasselbe das Adrenalin vollwertig ersetzt ohne die chokartigen Giftwirkungen hervorzurufen. D o b - k o w s k y und K i e f f e r haben dem Novocain statt Adrenalin ein blutstillendes Mittel, Clauden, zugesetzt und es als C l a u d e n o c a i n speziell für die Anästhesie des sensiblen Dentins empfohlen für adrenalinüberempfindliche Personen. Die von Adrenalin bekannten Nebenwirkungen sollen fehlen. Es hat aber den Nachteil, daß es gelblich-braun gefärbt ist und dadurch eine sichere Prüfung der Qualität der Lösung unmöglich macht.

Besondere Zusätze wie Kokain, Phenole u.a., wie sie früher zahlreiche Ampullenlösungen aufwiesen,können Nekrose und Dauerschädigungen der Gewebe hervorrufen, die erst viel später bemerkt werden.

Die ischämische Wirkung der Lösung gewinnt auch noch besondere Bedeutung für die Pulpa, insofern, als letztere die durch den Mangel an Lymphgefäßen nur langsam wieder zu normalen Verhältnissen zurückzukehren vermag, inzwischen eine empfindliche Schädigung aufweisen kann. Ausschlaggebend ist hier auch wieder der konstitutionelle Faktor, der auch das Geheimnis der Restitutio ad integrum in sich birgt. Irreparable Schädigungen, besonders feine Zellschädigungen im Bereich der Pulpa und in der Odontoblastenzone, können bei reaktionsschwachen Menschen auftreten und die Grundlage für den späteren Verfall der Pulpa bilden.

Die Bedenken der Schädigung des Zahnmarkes durch die Injektionsanästhesie sind nicht berechtigt und seinerzeit schon in der Habilitationsschrift E u l e r 's (1907), aber auch durch die Versuchsergebnisse S c h e f f 's zurückgewiesen worden. Die andere Frage, ob nicht etwa die Pulpen der Nachbarzähne beschädigt oder in ihrer Ernährung beeinflußt werden, beantwortet Scheff mit einem entschiedenen Nein. In beiden Fällen kehrt die Pulpa, ohne Schaden erlitten zu haben, wieder zu ihrer normalen Funktion zurück. Ein ausnahmsweise vorkommendes Absterben der Pulpa nach vorheriger Novocain-Suprarenininjektion ist nur dann als Folge der Injektion anzunehmen, wenn die Lebensfähigkeit der Pulpa vor der Anwendung des Mittels mit einwandfreier Sicherheit festgestellt worden war.

P a l a z z i gibt zu, daß eine Blutstauung mit kleinen Blutungen ins Gewebe, sogenannte Miliarhämorrhagien auftritt, doch kann von einer Gefährdung der Pulpa keine Rede sein. Die Blutungen seien reparabel.

P r a e g e r sagt, daß es doch auffallen müsse, daß kürzer oder länger nach Zahnextraktionen Pulpenschädigungen in den Nachbarzähnen auftreten. Er sieht vorläufig keine Veranlassung, vor der Anästhesie zum Zwekke der Dentinbearbeitung zu warnen.

P a l a z z i und H e l l n e r sind unabhängig voneinander zu dem Resultat gelangt, daß durch die Injektion auffällige Degenerationserscheinungen an der Pulpa auftreten. Palazzi gelangte zu folgendem Ergebnis:

1) Man kann mit aller Entschiedenheit behaupten, daß die Wirkung der anästhetischen Einspritzungen auf die Zahnpulpa und das Periodont durchaus vorübergehend ist.
2) Sie ist durch eine Blutstauung mit Rhexis und Erguß von Blutkörperchen in das Stromagewebe, besonders zu Lasten der Kapillargefäße gekennzeichnet.
3) Die Restitutio ad integrum erscheint vollständig nach 20 Tagen.
4) Ständige Veränderungen oder solche, die zu Pulpaverletzungen quoad vitam führen könnten, sind auszuschließen.
5) Die röntgenologische Untersuchung an Zähnen, welche mehrere Jahre zuvor der Pulpaanästhesie unterzogen wurden, ist negativ.

Nachteile der Injektionsmethode sind der bei dem Einstich auftretende Schmerz und der zwischen Injektion und vollkommener Anästhesie liegende längere Zeitraum. Bisweilen ist die Infiltrationsanästhesie nicht ausreichend für die Behandlung des sensiblen Dentins, wenn sie auch zur Extraktion des Zahnes ausreichen würde. S e l d i n gibt dafür die Erklärung, daß die in der Pulpa verlaufenden sympathischen Fasern als sensorische Nerven wirken und sich nicht anästhesieren lassen, da wir deren Richtung nicht in der Hand haben. Doch ist eher anzunehmen, daß die Endorgane im Zahnbein zuletzt ausgeschaltet werden.- S t e w a r t führt ein Versagen der Anästhesie des sensiblen Dentins im Unterkiefer darauf zurück, daß der N.auriculotemporalis Fasern an den Unterkiefer abgibt, ferner daß der zweite Trigeminusast die distale Unterkieferpartie versorgt und weiterhin, daß der N.lingualis vom dritten Trigeminusast Abzweigungen erhält, die sich ziemlich weit oberhalb seines Eintrittes in den Unterkieferkanal abspalten.

Die Injektionsanästhesie kann auch unangenehme Nachwirkungen und Begleiterscheinungen zeigen, z.B.

Lähmung der mimischen und der Kaumuskulatur, Herzaffektionen, Kollapserschinungen, Entzündungen und Nekrosen an Schleimhäuten, zufällige Injektionen in größere Gefäße, Anstecken von Nervenstämmen und Abbrechen von Nadeln, außerdem Haarausfall, Bartschwund, die aber konstitutionell bedingt sind, und durch den Reiz bei der Injektion ausgelöst werden.

Viele Schädigungen können auch vermieden werden bei richtiger Injektionstechnik. Vor allen Dingen achte man auf das Tempo der Injektion. Genau wie die Konzentration des Narkotikums zur Gefahrenquelle der Narkose wird, so kann das Tempo der Injektion zum Hauptantrieb der Giftwirkung der Lösung werden. Man beherzige stets die Worte S t ö h s e l 's: „Man kann fehlerhafterweise wohl zu schnell, aber nie zu langsam injizieren."

Bei der Bearbeitung der Kavität unter Injektionsanästhesie geht allerdings die Kontrolle der Entfernung von der Pulpa verloren. Allzuleicht kann es vorkommen, daß eine Pulpa angerissen wird, deren Dentindach von Rechts wegen ruhig hätte stehen bleiben können. E c k e r t sagt: „Wenn wir auch natürlich nicht von dem Grundsatz abweichen, daß alles kariöse Zahnbein unbedingt entfernt werden muß, so ist es doch nicht von der Hand zu weisen, daß die sensible Pulpa eine alarmierende Station ist, die uns vor allzu grüskem Vorgehen warnt. Diese Sicherung kommt aber beim anästhesierten Zahn ganz in Wegfall." Bei allen flachen Kavitäten wie z.B. bei Zahnkaries kann man alle Bedenken fallen lassen. Empfehlenswert ist es, die Füllung erst in einer zweiten Sitzung zu legen, um die inzwischen von der Anästhesie befreite Pulpa zu kontrollieren.

Kontraindiziert ist die Injektionsanästhesie bei Epileptikern, Kindern, hochnervösen und hysterischen Personen.

Zum Zwecke der schmerzlosen Behandlung des sensiblen Dentins sei noch an die Bestrebungen gedacht, durch Einwirkung auf das Zentralnervensystem die Schmerzen auszuschalten. Keine Vollnarkose, sondern eine Bewußtseinstrübung mit Lachgas soll die Schmerzempfindung aufheben. P r a e g e r versuchte es mit Gomathyl, einem Abkömmling des Chloräthyls, das nach der Anweisung S o f e r 's, auf einen walnußgroßen Tupfer getropft, an einem Faden im Interdentalraum zwischen den beiden oberen mittleren Schneidezähnen

befestigt wird. Der Patient muß dann tief durch den Mund atmen. Mit der Dosierung braucht man nicht ängstlich zu sein, da neben dem Tupfer noch massenhaft Luft eingeatmet wird und der Tupfer nicht allzuviel Gewaethyl aufnimmt. Die Kavität muß bei den ersten tiefen Atemzügen vorerst verschlossen bleiben, weil das aus dem Tupfer angesaugte Gewaethylgas sehr kalt und für den empfindlichen Zahn äußerst schmerzhaft ist. Die Wirkung soll erstaunlich sein, doch steht noch nicht fest, ob es sich um eine wirkliche Beeinflussung des Zentralnervensystems oder nur um eine suggestive Wirkung handelt.

Durch die Apparate von M.Kesson und Heidbrink wird der Patient durch Lachgas in einen Zustand der Analgesie versetzt, in dem eine Unempfindlichkeit gegen Schmerzen, nicht aber gegen Berührung vorhanden ist, wobei das Excitationsstadium nicht erreicht werden darf. S e l d i n läßt den Patienten den Apparat selbst bedienen. Er will damit sehr gute Erfolge erzielt haben und gibt als Ursache von Mißerfolgen auf Seiten des Zahnarztes mangelndes Vertrauen und Unerfahrung, Angst und Übelkeit auf Seiten des Patienten an.

Eine Vollnarkose zum Zwecke der Behandlung des sensiblen Dentins einzuleiten wäre nach Praeger ein allzu schweres Geschütz aufgefahren.

Medikamente, die auf die Nerven wirken, wie Morphium,Chloral,Atropin,Bromural,Hyoscyamin,Veramon,Compral,Pyramidon,Cibalgin u.a. sog. Sedativa bringen bei der Behandlung des sensiblen Dentins meistens keinen Erfolg. Sie können dabei nur zur Unterstützung herangezogen werden und bei nervösen und ängstlichen Personen prophylaktisch gegeben werden.

Für die Therapie des sensiblen Dentins hat auch noch die Kälte vielfach Anwendung gefunden. Man hat sie zunächst in Form eines Strahles einer leicht verdunstenden Flüssigkeit,wie Chloräthyl,auf die schmerzhafte Stelle gebracht und versucht, durch die dabei auftretende Verdunstungskälte die Sensibilität der Nervenelemente herabzusetzen. Ein Nervenelement kann nur bei Körpertemperatur funktionieren, bei anderen Temperaturen ändert sich das physikalisch chemische Gleichgewicht, die Folge ist dann, daß der Nerv seine Tätigkeit einstellt.

Da aber die Pulpa auf eine so überraschende Abkühlung mit heftigen Schmerzen antwortet, weist A m s c h

l e r zur Abschwächung dieser unangenehmen Begleiterscheinung an, den Kältestrahl zuerst auf die Gegend der Wurzelspitze zu richten, ihn dann langsam den Zahn entlang zur Krone in die Kavität zu leiten. Weil nun nicht alle kariösen Höhlen den Kältestrahl ertragen können, empfiehlt es sich, die von Walkhoff durch thermometrische Untersuchung gefundenen Temperaturgrade differentialdiagnostisch zu beachten. Der kritische Punkt der Empfindlichkeit einer kariösen Höhle ist 23°C. Nach Walkhoff besitzen Zähne, die auf eine Temperatur von 18° bis 23°C mit Schmerz antworten, sensibles Dentin. Schmerzen, die durch Temperaturen von 25 bis 28°C erzeugt werden, deuten auf eine Pulpaerkrankung.

Das Aufspritzen von Chloräthyl auf einen pulpitischen Zahn wäre nach Walkhoff ein Kunstfehler. Richtig angewendet, ist diese Methode, was Schnelligkeit und Wirkung anbelangt, bis heute noch von keiner übertroffen worden (Walkhoff). Zur Vermeidung von Schädigungen der Pulpa lasse man den Strahl höchstens 5 Sekunden einwirken.

H i r s c h versucht auf andere Art das sensible Dentin durch Kälte zu anästhesieren. Er läßt einen immer kälter werdenden Wasserstrahl solange über die Kavität rieseln, bis die Zahnbeinhöhle keine Empfindung mehr aufweist. Hirsch hatte dabei in allen jenen Fällen Erfolg, bei denen Injektionsanästhesie versagte.

Nach diesem Prinzip der progressiven Temperaturerniedrigung arbeitet auch der von F a b r e t konstruierte Gazometherapparat. Derselbe besteht aus einem Sauerstoff- und einem Kohlensäurebehälter, an den eine Heizvorrichtung angeschlossen ist. Ein Sauerstoffstrom wird mit 1 1/2 bis 2 Atm. Druck durch eine Röhre in die Zahnbeinhöhle eingeleitet und je nach dem Gesundheitszustand der Pulpa, bei pulpitischen Zähnen auf eine Temperatur über 28° erwärmt (40-50°C), bei nicht pulpakranken Zähnen auf Zimmertemperatur belassen (16°C). Dieser Sauerstoffstrom ruft eine vollkommene Austrocknung des Zahnbeins hervor. Dann erfolgt eine allmähliche Abkühlung durch Zugabe von Kohlensäure und zwar solange, bis der zu behandelnde Zahn mit einer Reifschicht bedeckt ist und eine Temperatur von -3 bis -5°C bei Frontzähnen, -8 bis -10°C bei Prämolaren und Molaren erreicht hat. Der zu behandelnde Zahn muß dabei unter Cofferdam liegen.

Der Erfolg mit dem Apparat ist ein guter und

K i e f e r l e berichtet, daß sich damit sogar entzündete Pulpen schmerzlos anbohren ließen, auf die man dann Arsenik legen konnte.

Amschler, der mit der deutschen Ausführung des Apparates, dem „Gazotherme Degussa" Versuche anstellte, erklärt, daß nach dem Verfahren der progressiven Kälteanwendung jeder sensible, nicht pulpakranke Zahn anästhesiert werden kann und daß die Anwendung in den überwiegenden Fällen schmerzlos ist. Die Anästhesie erfolgt zuverlässig in verhältnismäßig kurzer Zeit. Die Vitalität der Pulpa ist bei sachgemäßer Anwendung nicht in Frage zu stellen. Die histologischen Forschungen Kieferles zeigen, daß bei gewöhnlicher Dauer der Vereisung die Pulpa keine irreversible Schädigung aufweist. „Die an sich blutstrotzende Pulpa eines jungen Hundes sieht nach 5 Minuten langer Abkühlung, bis auf eine leichte Schlängelung eines einzigen Gefäßes, genau so aus wie ein normales Zahnmark" (Kieferle). Dehnt sich die Dauer der Vereisung auf 15 Minuten aus, so werden die Blutgefäße geschädigt; es tritt Verlangsamung des Blutstromes bis zur Stase und Thrombenbildung ein. Bei längerer Kälteeinwirkung beginnt die Pulpa zu Grunde zu gehen.- Verfärbung des Zahnes gibt es nicht.

Die Nachteile des Kälteverfahrens mit speziellen Apparaten liegen in einer gewissen Begrenzung der Anwendungsmöglichkeit, in dem größeren Zeitaufwand und in den hohen Anschaffungskosten.

Überblickt man so die Reihe der zur Dentinanästhesie empfohlenen Medikamente, so muß man feststellen, daß jedem ein mehr oder minder großer Nachteil anhaftet und daß keines von sich behaupten kann, als Idealmittel gelten zu dürfen.

.-.-.-.-.-.-.

Literatur-Verzeichnis.

Abraham, Verfahren zur Erzielung absoluter Schmerzlosigkeit. D.Z.W.1930.

Adrion, Der Nachweis von Nerven im Dentin. Z.R.1926, H.27.

Amschler, Über die Anästhesierung sensiblen Dentins durch Kälte. Med.Diss.

Blessing, Zahnärztliches Staatsexamen.

Dependorf, Ergebnisse eigener Untersuchungen über die Innervierung des menschlichen Zahnes mit Berücksichtigung der Hartsubstanzen. D.M.f.Z.1913.

- Beiträge zur Innervierung der menschlichen Pulpa und des Dentins. D.M.f.Z.1913.
- Beitrag zur Kenntnis der Innervierung der menschlichen Zahnpulpa.
- Vereins- und Versammlungsbericht. Oe.Z.f.Stom.1914.

Dieck, Über die alte Streitfrage der Existenz oder Nichtexistenz von Nervenfasern im menschlichen Zahnbein und ihre positive Lösung. Misch 1928 Bd.II.

Düringer, Seltene Fälle von Dentinempfindlichkeit. D.M.f.Z.1928.

Fischer G., Die Lokalanästhesie in der Zahnheilkunde 1914.

- Lokalanästhesie Misch 1928 Bd.I.
- - - 1929 Bd.I.
- - - 1931 Bd.I.

Fritsch, Untersuchungen über den Bau und die Innervierung des Dentins. Arch.f.Mikr.Anat.1914.

Gallwas, Klinische Untersuchungen über die Verwendung von Panthesin im Vergleich zu Kokain bei der Druckanästhesie. Med.Diss.

Greve, Heilmittellehre und Toxikologie. Misch 1929 Bd.I.

Hille, Heilmittellehre und Toxikologie, Misch 1931, Bd.I.

Hübner, Fehlgriffe in der Zahnerhaltungskunde, Misch 1930 Bd.I.

A.Kieferle, Dentinanästhesie unter besonderer Berücksichtigung des Gazothermeverfahrens.Med.Diss.

v.Krüger, Physiologie Misch 1931 Bd.I.
Miller, Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.
Mummery, Empfindlichkeit des Dentins.
Münch, Untersuchungen über die Innervierung der menschlichen Zahnpulpa und des Dentins. V.f.Z.1927.
- Füllungen und Füllungsmethoden Misch 1930 Bd. II.
Nünlist, Über die Anästhesierungsmethode des Dentins und der Pulpa durch Nervocidin. D.M.f.Z.1928.
Obandoy, Über die Innervation des Dentins. Ref. B.Monheimer Misch 1927 Bd.II.
Peckert, Einführung in die konservierende Zahnheilkde.
Platt, Örtliche Betäubung in der Zahnärztlichen Praxis. Misch 1928. Ref. P.Rosenstein.
Praeger, Erkrankungen der Zahnpulpa Misch 1930 Bd.I.
- - - - - 1931 Bd.I.
Rebel, Über die Ausheilung der freigelegten Pulpa. D.Z. 1922 H. 55.
Sachs H., Die Behandlung des hypersensiblen Dentins mit Natriumbicarbonicumglycerinlösung.Z.R.192
- Technik der Cürettage bei Paradentosen. Z.R.1925 H.50.
Sarmoff, Die Behandlung des hypersensiblen Dentins mit Natriumbicarbonicumglycerinlösung.Med.Dis
Scheff, Handbuch der Zahnheilkunde. Bd.II.
Seldin, Schmerzlose Zahnheilkunde, Tatsache oder Fabel. Misch 1928 Bd.II.
Stewart, Die Innervation des Zahngewebes und ihre Wichtigkeit für die regionale Anästhesie.
Teitelbaum, Zur Behandlung des sensiblen Dentins unter Berücksichtigung des Dentinanästhetikums „Dentamo". Z.R.1925.
Türkheim, Untersuchungen über das Empfindungsvermögen des Dentins. Erg.Zahnheilk. Jg.6 H.3/4.
- Über die Sinnesphysiologie der Mundhöhle und der Zähne. D.Z.1921 H.52.
Walkhoff O., Die Nervenfrage im Zahnbein. D.Z.1923 H.60
- Die Überempfindlichkeit des Zahnbeins.
Witt, Über Temperaturpunkte und Schmerzempfindung im Dentin. Med.Diss.
Wood, Interalveoläre Injektion zur Erzielung der Anästhesie bei konservierender Behandlung. Misch 1929 Bd.II. Ref.

L e b e n s l a u f .

Ich bin am 24.August 1908 zu Bad Dürkheim als Sohn der Eheleute Philipp Becker, Justizinspektor, und Elisabeth geb. Euler geboren. Zuerst besuchte ich die Volksschule zu Bad Dürkheim, alsdann absolvierte ich die Realschule daselbst und daran anschließend die Oberrealschule zu Ludwigshafen a.Rh. Im Mai 1928 bezog ich die Universität Heidelberg und studierte zunächst zwei Semester Rechtswissenschaft. Dann wechselte ich mein Studium und widmete mich der Zahnheilkunde. Im Sommer 1930 legte ich mein Physikum und im Herbst 1932 mein Staatsexamen an derselben Universität ab.

Artur B e c k e r .

Meinem hochverehrten Lehrer Prof. Dr. Weissenfels spreche ich hiermit für die Genehmigung dieses Themas meinen ergebensten Dank aus.